الفصل الثالث

خواص الموائع الساكنة

المائع

" اى مادة قابلة للانسياب و لا تتخذ شكلًا محددًا بذاتها "

أنواع الموائع

(١)الموائع السائلة وتتميز بأنها : ❶ لها حجم معين .❷ حركتها انسيابية . ❸ غير قابلة للانضغاط .

(٢) الموائع الغازية وتتميز بأنها : ❶ تشغل أى حيز توجد فيه وتتخذ حجمه . ❷ قابلة للانضغاط بسهولة.

الخصائص الفيزيائية للموائع

(١) الكثافة .   (٢) الضغط .

****

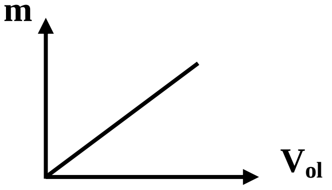
اولا : الكـثـافـة

يوصف الذهب بأنه من الفلزات الثقيلة بينما يوصف الألمنيوم بأنه من الفلزات الخفيفة ويرجع هذا الى أن الذهب أكبر كثافة من الألمنيوم ، والكثافة خاصية أساسية لأى مادة .

تعريفها :	هي كتلة وحدة الحجوم من المادة
قانون حسابها :	$\rho = \frac{m}{V_{ol}}$ حيث ρ كثافة المادة ، m كتلة المادة ، V_{ol} حجم المادة.
وحدة قياسها :	$[kg/m^3]$
العوامل التي تتوقف عليها	**تختلف الكثافة من عنصر لآخر تبعًا لاختلاف :** أ) الوزن الذري للعنصر أو الوزن الجزيئي للمركب " علاقة طردية". ب) المسافات البينية بين الذرات أو الجزيئات " علاقة عكسية".

📖 ما معنى قولنا أن كثافة الماء = $10^3\ kg/m^3$.

جـ: معنى ذلك أن : كتلة وحدة الحجوم $(1m^3)$ من الماء = 1000kg.

العلاقة بين	الشكل البيانى	القانون ودلالة الميل
الكتلة m والحجم V_{ol} لأي مادة عند ثبوت درجة الحرارة		$\rho = \frac{m}{V_{ol}}$ $slope = \frac{\Delta m}{\Delta V_{ol}} = \rho$

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	**الكثافة خاصية مميزة للمادة.**	لأنها لا تتغير بتغير كتلة المادة أو حجمها ولكنها تتغير بتغير نوع المادة أو درجة الحرارة.
٢	**تغير الكثافة من عنصر لآخر**	بسبب التغير في الوزن الذرى وكذلك لاختلاف المسافات البينية بين الذرات أو الجزيئات .
٣	**تعتمد الكثافة على درجة الحرارة**	لأن تغير درجة الحرارة يؤدى الى تغير المسافات البينية بين الذرات أو الجزيئات وبالتالى يتغير الحجم فتتغير الكثافة .

تطبيقات على الكثافة

الاستدلال على مدى شحن بطارية السيارة بقياس كثافة المحلول الإلكتروليتي بها	تشخيص بعض الامراض مثل
◈ عندما تفرغ الشحنة الكهربية من بطارية السيارة تقل كثافة المحلول الإلكتروليتي (حمض الكبريتيك المخفف) نتيجة استهلاكه فى تفاعله مع ألواح الرصاص وتكوين كبريتات الرصاص . ◈ و عند إعادة شحن بطارية السيارة تتحرر الكبريتات من ألواح الرصاص وتعود مرة أخرى للمحلول فتزداد الكثافة وتعود لحالتها الطبيعية .	◈ **الأنيميا بقياس كثافة الدم**: كثافة الدم في الحالة الطبيعية تتراوح بين $1040kg/m^3$ إلى $1060kg/m^3$ فإذا زادت دل ذلك على زيادة تركيز خلايا الدم الحمراء وإذا نقصت دل ذلك على قلة تركيز خلايا الدم الحمراء ، وهذا يدل على مرض فقر الدم (الأنيميا) ◈ **زيادة تركيز الأملاح بقياس كثافة البول**: عن طريق قياس كثافة البول يمكن معرفة نسبة الأملاح في البول وبالتالي معرفة بعض الأمراض فالبول العادي كثافته $1020kg/m^3$ فإذا زادت كثافة البول دل ذلك على زيادة إفراز الأملاح نتيجة بعض الأمراض.

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	يمكن الاستدلال على مدى شحن البطارية من قياس كثافة المحلول الإلكتروليتي بها	لأن نقص كثافة المحلول الإلكتروليتي يدل على تفريغ شحن البطارية وعند شحنها تزداد كثافة المحلول وتعود لحالتها الطبيعية .
٢	تقل كثافة المحلول الإلكتروليتي (حمض الكبريتيك المخفف) أثناء تفريغ البطارية	نتيجة استهلاك حمض الكبريتيك فى تفاعله مع ألواح الرصاص وتكوين كبريتات الرصاص
٣	يمكن الكشف عن حالات الإصابة بالأنيميا عن طريق قياس كثافة الدم.	لأن نقص كثافة الدم يدل على نقص تركيز خلايا الدم وبالتالي الإصابة بالأنيميا.
٤	يمكن تشخيص بعض الأمراض بقياس كثافة البول	لان بعض الأمراض تزيد من نسبة الأملاح فى البول فتزيد كثافته عن المعدل الطبيعي ($1020\ kg/m^3$)

الكثافة النسبية لمادة (الوزن النوعي)

هي النسبة بين كثافة المادة إلى كثافة الماء في نفس درجة الحرارة.
أو
هي النسبة بين كتلة حجم معين من المادة في درجة حرارة معينة إلى كتلة نفس الحجم من الماء عند نفس درجة الحرارة.

قوانين حسابها

$$\text{الكثافة النسبية لمادة} = \frac{\text{كثافة المادة}}{\text{كثافة الماء}} = \frac{\text{كتلة حجم معين من المادة}}{\text{كتلة نفس الحجم من الماء}} \quad \text{(عند نفس درجة الحرارة)}$$

أو

$$\text{الكثافة النسبية لمادة} = \frac{\text{كثافة المادة عند } 4^\circ C}{1000}$$

(حيث أن كثافة الماء عند $4^\circ C = 1000\ kg/m^3$)

📖 **ما معنى أن: الكثافة النسبية للألمونيوم 2.7**

جـ: معنى ذلك أن : النسبة بين كثافة الألمونيوم في درجة حرارة معينة إلى كثافة الماء في نفس درجة الحرارة = 2.7
أو: النسبة بين كتلة حجم معين من الألمونيوم فى درجة حرارة معينة الى كتلة نفس الحجم من الماء فى نفس درجة الحرارة = 2.7

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	الكثافة النسبية ليس لها وحدة قياس تميزها.	لأنها نسبة بين كميتين متماثلتين فى الوحدات .
٢	قد تتساوى كثافة المادة مع كثافتها النسبية	يحدث ذلك عندما تكون وحدات قياس gm/cm^3

ملاحظات هامة لحل المسائل

❶ كثافة المادة = الكثافة النسبية لها × 1000 . (ولحساب كثافة مادة أضرب كثافتها النسبية فى 1000)

❷ يمكن تحويل وحدات قياس الكثافة في المسائل كالتالي:

☜ للتحويل من [gm/cm^3 إلى kg/m^3] نقسم على 1000

☜ للتحويل من [kg/m^3 إلى gm/cm^3] نضرب × 1000

☜ ١ لتر (liter) = ١٠٠٠ سم^3 = 10^{-3} م^3

❸ — كثافة المادة gm/cm^3 = الكثافة النسبية × 1 (كثافة الماء بوحدة gm/cm^3) .

— كثافة المادة kg/m^3 = الكثافة النسبية × 1000 (كثافة الماء بوحدة kg/m^3) .

❹ وزن أى جسم مصمت (متجانس) يحسب من العلاقة : $F_g = mg$ أو من العلاقة $F_g = \rho Vg$.

❺كثافة مادة الجسم الأجوف (بداخله فراغ)تحسب من العلاقة: $\rho = \dfrac{m}{V - V_{space}}$

❻ وزن الجسم الأجوف يحسب من العلاقة : $F_g = mg$ أو من العلاقة $F_g = \rho(V - V_{SPACE})g$

❼ فى حالة خلط أو مزج مادتين مختلفتين ولم يحدث تفاعل أو تداخل بين جزيئات المادتين فان :

$$V_{ol\ خليط} = V_{oL1} + V_{oL2}$$

$$M_{خليط} = m_1 + m_2$$

وبالتالى فانه :

— عندما يراد حساب الكتل نبدأ بالحجوم حتى يتم استخدام الكثافات المعطاة فى المسالة كالتالى :

$$V = V_1 + V_2$$

$$\frac{M}{\rho} = \frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}$$

— عندما يراد حساب الحجوم نبدأ بالكتل حتى يتم استخدام الكثافات المعطاة فى المسالة كالتالى :

$$M = m_1 + m_2$$

$$\rho V = \rho v_1 + \rho v_2$$

❽ إذا انكمش الخليط بمقدار (ΔV_{ol}) فإن :

$$V_{ol\ خليط} = [\ V_{oL1} + V_{oL2}\ ] - \Delta V_{ol}$$

أمثلة محلولة

(١) إذا كانت الكثافة النسبية للخشب هي 0.6 فاحسب كثافته واحسب كتلة منه حجمها $100Cm^3$ علما بأن كثافة الماء = $10^3 kg/m^3$

الحل

☜ كثافة الخشب = الكثافة النسبية للخشب × كثافة الماء = $0.6 \times 10^3 = 600kg/m^3$

☜ كتلة ($100Cm^3$) من الخشب : $m = \rho \times V_{ol} = 600 \times (100 \times 10^{-6}) = 0.06kg$

****

(٢) مكعب من الصلب كتلته 200gm ، أحسب حجم المكعب علماً بأن الكثافة النسبية للصلب 8 وكثافة الماء $10^3 kg/m^3$

الحل

الكثافة = الكثافة النسبية × كثافة الماء ⟵ $8 \times 1000 = 8000\ kg/m^3$ = ρ للصلب

$$\because \rho = \frac{m}{V_{ol}} \Rightarrow V_{OL} = \frac{m}{\rho} = \frac{200 \times 10^{-3}}{8000} = 0.25 \times 10^{-3} m^3$$

****

(٣) إناء معدني كتلته وهو فارغ 6kg وكتلته وهو مملوء بالماء 56kg وكتلته وهو مملوء بالجليسرين 69kg أوجد الكثافة النسبية للجليسرين.

الحل الكثافة النسبية للجلسرين = $\frac{\text{كتلة حجم معين من الجليسرين}}{\text{كتلة نفس الحجم من الماء}} = \frac{69-6}{56-6} = \frac{63}{50} = 1.26$

****

(٤) إذا كان الوزن النوعى للجازولين 0.68 فكم تكون كتلة اللتر منه ؟ وكم يكون وزنه ؟ علماً بأن عجلة السقوط الحر (عجلة الجاذبية) 9.8 m/s² وكثافة الماء $10^3 kg/m^3$

الحل

$$\rho_{\text{الجازولين}} = 0.68\times1000 = 680 kglm^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = 680\times10^{-3} = 0.68Kg$$

$$F_g = mg = 0.68\times9.8 = 6.664N$$

****

(٥) دورق حجمه 1lit مملوء بسائلين A و B كثافتهما معا $1400kg/m^3$ فإذا كانت كثافة السائل $A= 800kg/m^3$ وكثافة السائل $B= 1800kg/m^3$ أوجد حجم السائل A.

الحل

$\because V_{ol\,\text{مخلوط}} = 10^{-3}\ m^3$, $\because V_{ol\,\text{مخلوط}} = V_{ol\,A} + V_{ol\,B}$

$\therefore 10^{-3} = V_{ol\,A} + V_{ol\,B} \Rightarrow \therefore V_{ol\,B} = 10^{-3} - V_{ol\,A}$ -------(1)

$\because m_{\text{المخلوط}} = m_A + m_B$, $\because m = \rho\ V_{ol}$

$\because \rho\ V_{ol\,\text{مخلوط}} = \rho_A V_{ol\,A} + \rho_B V_{ol\,B} \Rightarrow \therefore 1400\times10^{-3} = (800\times V_{ol\,A})+(1800\times V_{ol\,B})$ -------(2)

بالتعويض عن $V_{ol\,B}$ من المعادلة ١ في المعادلة ٢

$\therefore 1.4 = 800\ V_{ol\,A} + [1800\times(10^{-3} - V_{ol\,A})]$

$\therefore 1.4 = 800\ V_{ol\,A} + 1.8 - 1800\ V_{ol\,A}$

$\therefore -0.4 = -1000\ V_{ol\,A}$

$\Rightarrow \therefore V_{ol\,A} = 4\times10^{-4}\ m^3$

****

(٦) قطعة من الذهب والكوارتز كتلتها 0.5kg وكثافتها النسبية 6.4 فإذا كانت الكثافة النسبية للذهب والكوارتز 19.3 ، 2.6 على الترتيب فأحسب كتلة الذهب فى هذه القطعة علماً بأن كثافة الماء 1000 kg/m³

الحل

$$\frac{M}{\rho} = \frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} \Rightarrow \frac{0.5}{6.4\times10^3} = \frac{m_1}{19.3\times10^3} + \frac{M-m_1}{2.6\times10^3}$$

بضرب طرفى المعادلة فى 10^3 فأن :

$$\frac{0.5}{6.4} = \frac{m_1}{19.3} + \frac{0.5-m_1}{2.6} = \frac{2.6m_1}{50.18} + \frac{19.3(0.5-m_1)}{50.18}$$

$$\frac{0.5}{6.4} = \frac{2.6m_1 + 19.3\times0.5 - 19.3m_1}{50.18} = \frac{9.65-16.7m_1}{50.18}$$

$$6.4(9.65-16.7m_1) = 0.5\times50.18 \Rightarrow 61.76-106.88m_1 = 25.09$$

$$106.88m_1 = 61.76-25.09 = 36.67 \Rightarrow m_1 = \frac{36.67}{106.88} = 0.343Kg$$

****

(٧) إناء سعته 0.5litre به مزيج من سائلين كثافتهما النسبية 0.8 و 1.8 على الترتيب فإذا كان حجم السائل الأول 0.2litre احسب الكثافة النسبية للمزيج (علما بأن كثافة الماء = $10^3kg/m^3$)

الحل ∵ كثافة المادة = الكثافة النسبية للمادة × كثافة الماء

$\therefore \rho_1 = \mathbf{0.8\times1000 = 800}\ kg/m^3$, $\therefore \rho_2 = \mathbf{1.8\times1000 = 1800} kg/m^3$

$\because m_{\text{المزيج}} = m_1 + m_2$, $\because m = \rho\ V_{ol}$

$\therefore \rho\ V_{ol\text{المزيج}} = \rho_1 V_{ol1} + \rho_2 V_{ol2}$

$\therefore\ \rho_{\text{مزيج}} \times 0.5 = (800 \times 0.2) + (1800 \times 0.3)$,$\therefore\ \rho_{\text{مزيج}} \times 0.5 = 160 + 540$

$\therefore\ \rho_{\text{مزيج}} = 1400\ kg/m^3$

$\therefore \rho_{\text{النسبية للمزيج}} = \dfrac{1400}{1000} = 1.4$

****

(٨) كرة مجوفة وزنها 2N وحجمها $2\times10^{-4}\ m^3$ مصنوعة من معدن كثافة مادته $2707 kg/m^3$ ، أحسب حجم الفراغ بها علماً بأن عجلة الجاذبية $10\ m/s^2$

الحل

$F_g = \rho(V - V_{SPACE})g$

$2 = 2707\ (\ 2 \times 10^{-4} - V_{SPACE}\ ) \times 10$

$V_{SPACE} = 0.0001260\ m^3$

****

(٩) خلطت $100 cm^3$ من الكحول كثافته $800\ kg/m^3$ مع $100 cm^3$ من الماء كثافته $1000 kg/m^3$ فكانت كثافة الخليط $920 kg/m^3$ احسب نسبة الانكماش .

الحل

$V_{ol\text{خليط بدون انكماش}} = (V_{ol})_1 + (V_{ol})_2 = (\ 100 + 100\ )\ 10^{-6} = 200 \times 10^{-6}\ m^3$

$m = m_1 + m_2$

$\rho V_{ol\text{خليط}} = \rho_1 (V_{ol})_1 + \rho_2 (Vol)_2$

$920\ V_{ol} = 1000\ (\ 100\times10^{-6}) + 800\ (\ 100\times 10^{-6})$

$V_{ol\text{ بعد الانكماش}} = \dfrac{0.18}{920} = 1.95\times10^{-4}\ m^3$

$\text{نسبة الانكماش} = 100 \times \dfrac{\Delta V_{ol}}{V_{ol}\text{(بدون انكماش)}} = 100 \times \dfrac{200\times10^{-6} - 1.95\times10^{-4}}{200 \times 10^{-6}} = 2.17\%$

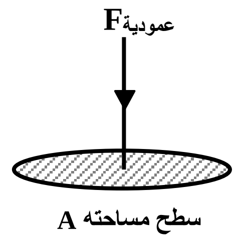
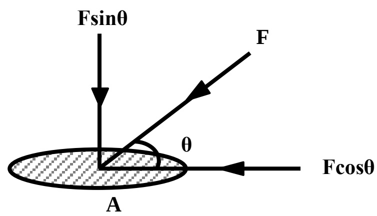
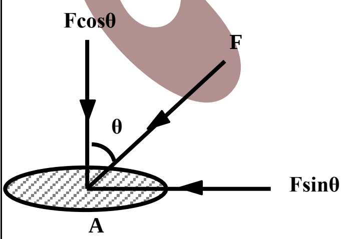
****

ثانياً : الضغط (P)

الضغط عند نقطة

" يقدر بمقدار القوة المتوسطة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة "

يمكن تعيين الضغط عند نقطة كالآتى

إذا كانت القوة عمودية على السطح	إذا كانت القوة تصنع زاوية θ مع السطح فإن:	إذا كانت القوة تصنع زاوية مع العمودي على السطح فإن:
		
$P = \dfrac{F}{A} = \dfrac{mg}{A}$	$P = \dfrac{F\sin\theta}{A}$	$P = \dfrac{F\cos\theta}{A}$

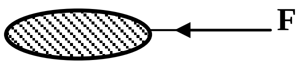
وحدة قياس الضغط

نظراً لأن القوة (F) بالنيوتن والمساحة (A) بالمتر المربع (m^2) فإن وحدة قياس الضغط هى : N/m^2 (باسكال) و هى تكافئ (J/m^3) = $kg.m^{-1}.s^{-2}$

م	ما معنى قولنا أن	الإجابة
١	**الضغط عند نقطة ما =** $30\ N/m^2$	معنى ذلك أن مقدار القوة المتوسطة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة = $30\ N$
٢	**القوة المؤثرة عموديا على وحدة المساحات من سطح ما تساوى 5×10^5 نيوتن**	معنى ذلك أن الضغط عند تلك النقطة = $5 \times 10^5\ N/m^2$

س : متى يكون الضغط الواقع على السطح = صفر بالرغم من تأثير قوة عليه؟

جـ: إذا كانت القوة المؤثرة على السطح مماسية .

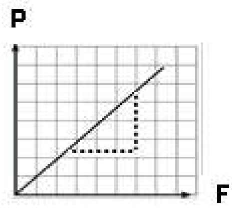


العوامل التي يتوقف عليها الضغط عند نقطة ما

❶ القوة المتوسطة المؤثرة عموديًا

[P α F] عند ثبوت المساحة (A) (علاقة طردية)

$slope = \frac{P}{F} = \frac{1}{A}$

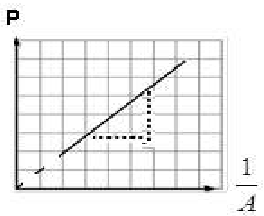


❷ المساحات المحيطة بتلك النقطة

$[P\alpha\frac{1}{A}]$ عند ثبوت القوة (F)

(علاقة عكسية)

$slope = PA = F$



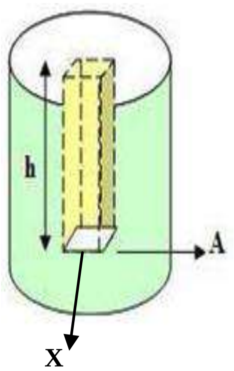
تطبيقات على الضغط

التطبيق	التفسير
(١) قياس ضغط الدم	توجد قيمتان لضغط الدم عند الشخص السليم (الضغط الانقباضى والضغط الانبساطى) ، إذا تغيرت قيمة إحداهما يدل ذلك أن الشخص مريض . **الضغط الانقباضى**: أقصى قيمة لضغط الدم بالشريان عندما تنقبض عضلة القلب ويساوى 120Torr للإنسان السليم **الضغط الانبساطى**: أقل قيمة لضغط الدم بالشريان ويحدث عندما تنبسط عضلة القلب ويساوى 80Torr للإنسان السليم **ما معنى قولنا أن ضغط الدم للإنسان العادي** = 120/80 جـ: معنى ذلك أن أقصى قيمة لضغط الدم بالشريان عندما تنقبض عضلة القلب = 120Torr ، وأقل قيمة لضغط الدم بالشريان عند انبساط عضلة القلب = 80Torr
(٢) قياس ضغط الهواء داخل إطار السيارة	• عند ملء إطار السيارة بالهواء تحت ضغط عال مناسب تكون مساحة التماس مع الطريق أقل ما يمكن وبالتالى يقل الاحتكاك وتقل سخونة الإطار. • عند ملء إطار السيارة تحت ضغط منخفض تزداد مساحة التماس بين الإطار والطريق وبالتالى يزداد الاحتكاك وتزداد سخونة الإطار .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	**الضغط الناتج عن كعب حذاء مدبب لفتاة أكبر من الضغط الناتج عن قدم فيل على الأرض.**	لأنه تبعا للعلاقة ($P = \frac{F}{A}$) يتناسب الضغط عكسيا مع المساحة فعندما تؤثر قوة صغيرة (وزن الفتاة) على مساحة صغيرة جدا ينتج ضغط كبير أما في حالة الفيل فإن قوة كبيرة (وزن الفيل) تؤثر على مساحة كبيرة فينتج ضغط أقل.

٢	**إبر الخياطة لها أسنة مدببة .**	لأن ($P \alpha \frac{1}{A}$) فعندما يكون السن مدبب (أقل مساحة) يتولد ضغط كبير وتخترق الإبرة النسيج بسهولة .
٣	**تستخدم إطارات عريضة في سيارات النقل الثقيل وأوناش التحميل.**	لأن الضغط يتناسب عكسيا مع المساحة ($P \alpha \frac{1}{A}$) وبزيادة المساحة يقل الضغط عن وزن السيارة فيظل الضغط داخل الإطارات مناسبا فلا تنفجر ولا تنغرس في الرمال.

الضغط عند نقطة فى باطن سائل



❶ نفرض أن لدينا لوح X أفقى مساحته (A) على عمق (h) تحت سطح سائل كثافته (ρ) كما بالشكل.
❷ يعمل هذا اللوح كقاعدة لعمود من السائل .
❸ وحيث أن السائل غير قابل للانضغاط لذلك :
القوة التى يؤثر بها السائل على اللوح (X) = وزن عمود السائل الذى ارتفاعه (h) ومساحة مقطعه (A) ويتعين وزن السائل (F_g) من العلاقة :

$$F_g = mg$$

حيث m كتلة عمود السائل

$$m = \rho V_{ol}$$

$$\because V_{ol} = A\,h \qquad \therefore F_g = \rho\, A\, h\, g$$

❹ ضغط السائل P على اللوح يتعين من العلاقة :

$$P = \frac{F_g}{A} = \frac{\rho A h g}{A}$$

$$\therefore \mathbf{P = \rho\, g\, h}$$

وهذه قيمة الضغط الذى يؤثر به السائل وحده عند نقطة فى باطنه على عمق h
❺ اما إذا كان سطح السائل معرض للضغط الجوي (P_a) فإن الضغط الكلي (المطلق) عند نقطة في باطنه يتعين من العلاقة:

$$\mathbf{P = P_a + \rho g h}$$

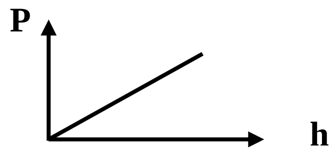
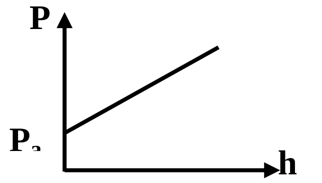
❻ من المعادلة السابقة نجد أن ($P - P_a = \rho g h$) ويطلق على المقدار ($P - P_a$) فرق الضغط ويرمز له بالرمز ΔP أي أن:

$$\mathbf{\Delta P = \rho g h}$$

الضغط عند نقطة فى باطن سائل

" يقدر بوزن عمود السائل الذى قاعدته وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة وارتفاعه البُعد الرأسى بين تلك النقطة وسطح السائل "

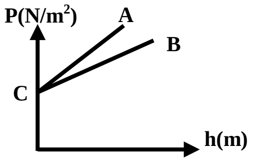
ما معنى قولنا أن ضغط السائل عند نقطة في باطنه = $1.3\times10^5\ N/m^2$
جـ: معنى ذلك أن وزن عمود السائل الذى قاعدته وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة وارتفاعه البُعد الرأسى بين تلك النقطة وسطح السائل = $1.3\times10^5\,N$.

العلاقة بين	الشكل البيانى	القانون ودلالة الميل
الضغط (P) عند نقطة في باطن سائل وعمق النقطة عن السطح (h) عندما يكون سطح السائل غير معرض للضغط الجوى		$P = \rho g h$ $slope = \frac{P}{h} = \rho g$ $\therefore \rho = \frac{slope}{g}$
الضغط (P) عند نقطة في باطن سائل وعمق النقطة عن السطح (h) عندما يكون سطح السائل معرض للضغط الجوى		$slope = \frac{P}{h} = \rho g$ $\therefore \rho = \frac{slope}{g}$

العوامل التي يتوقف عليها الضغط عند نقطة في باطن سائل

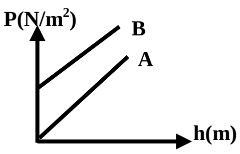
❶ **عمق النقطة (h)** : حيث (P α h) عند ثبوت ρ لأن عجلة الجاذبية مقدار ثابت . (تناسب طردي)
❷ **كثافة السائل (ρ)** : عند ثبوت h حيث يزداد ضغط السائل(P) بزيادة كثافة السائل(ρ) . (تناسب طردي) .
❸ **عجلة الجاذبية** تتغير من مكان لآخر تغير طفيف (كوكب آخر أو على قمة جبل أو في قاع منجم) (تناسب طردي).

✍ (**مصر ٢٠٠٧**) **الرسم البياني المقابل يمثل العلاقة بين الضغط عند نقطة في باطن سائل وعمق النقطة عن سطح السائل لسائلين مختلفين** A,B : ❶ **ماذا تمثل النقطة** C ❷ **أي السائلين أكبر كثافة ولماذا؟**



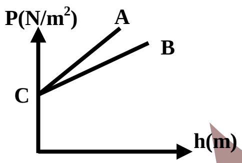
ج: ❶النقطة C تمثل الضغط الجوي
❷ كثافة السائل A أكبر من كثافة السائل B لأن ميل الخط المستقيم للسائل A أكبر من ميل الخط المستقيم للسائل B
أو
لأنه عند عمق معين كان ضغط السائل A أكبر من ضغط السائل B والضغط يعتمد على كثافة السائل عند ثبوت العمق للسائلين.

الرسم البياني المقابل يمثل العلاقة بين الضغط وعمق السائل في مخبارين مختلفين في الكثافة A,B :
❶**أي السائلين أكبر كثافة ولماذا** ❷**هل المخبارين مغلقين ولماذا؟**



ج: ❶ كثافة السائل A اكبر من كثافة السائل B لأن ميل الخط المستقيم للسائل A أكبر من ميل الخط المستقيم للسائل B .
❷المخبار A مغلق من أعلاه لأنه عند (h =0) فإن (P = 0) .
المخبار B مفتوح من أعلاه لأنه عند (h =0) فإن P لها قيمة بما يدل على وجود الضغط الجوى

الرسم البيانى يمثل العلاقة بين الضغط عند نقطة والعمق فى إناء واحد مرة على الأرض وأخرى على سطح القمر أيهما يمثل على الأرض ولماذا ؟



$Slope)_A > Slope)_B$
$\rho\, g)_A > \rho\, g)_B$ الكثافة متساوية لأنه نفس السائل
$g)_A > g)_B$
وبما أن جاذبية الأرض = ٦ مرات جاذبية القمر إذا $g)_A$ يمثل جاذبية الأرض .

****

مما سبق يتضح أن

❶ الضغط كمية قياسية حيث يؤثر الضغط عند نقطة تقع فى باطن سائل من جميع الاتجاهات .
❷ عند زيادة العمق h يزداد الضغط P حيث (P α h) .
❸ عند تساوى عمق النقاط h أسفل السطح وتساوى الكثافة ρ تتساوى الضغوط حيث $P = \rho g h$.
أى أن **جميع النقاط التى تقع فى مستوى أفقى واحد فى باطن سائل ساكن متجانس يكون لها نفس الضغط**

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	**الضغط عند جميع نقاط المستوى الأفقي الواحد في السائل المتجانس متساويا**	لأن الضغط عند أي نقطة في باطن سائل = ρgh وعند تساوي عمق النقاط أسفل السطح وبتساوي الكثافة تتساوى الضغوط.
٢	**يكون مستوى سطح الماء ثابتاً فى المحيطات والبحار المفتوحة .**	لان جميع النقاط التى تقع فى مستوى أفقى واحد فى باطن سائل يكون لها نفس الضغط لذلك يتخذ سطح الماء فى البحار المفتوحة والمحيطات سطحاً أفقياً واحداً .
٣	**قد لا يتساوى الضغط عند نقاط تقع فى مستوى أفقى واحد فى سائل**	يحدث ذلك اذا لم يحقق شروط الضغط المتساوي وهى السائل متحرك او غير متجانس .
٤	**تبنى السدود بحيث تكون أكثر سمكا عند القاعدة.**	حتى تتحمل الزيادة في الضغط الناتجة عن زيادة عمق المياه حيث أن (Pα h).

ملاحظات لحل المسائل

- الوزن (F_g) = الكتلة (m) × عجلة الجاذبية الأرضية (g)
- مساحة قاعدة الأسطوانة = πr^2
- مساحة قاعدة المكعب = طول الضلع × نفسه
- حجم متوازي المستطيلات = الطول × العرض × الارتفاع
- حجم المكعب = طول الضلع × نفسه × نفسه

الحالات التي لا يضاف الضغط الجوي فيها عند إيجاد الضغط عند نقطة في باطن سائل

❶إذا كان المطلوب ضغط السائل فقط .
❷إذا كان الإناء الذي يحتوي على السائل مغلق [أي سطح السائل غير معرض للهواء] .
❸إذا كان المطلوب حساب فرق الضغط
❹في حالة الغواصة: يكون الضغط داخل الغواصة يعادل الضغط الجوي وبذلك يكون الضغط الواقع عليها هو ضغط السائل فقط. $\Delta P = \rho g h$ و $\Delta F = P.A = \rho g h A$
❺في إطار السيارة يكون ضغط الهواء المحبوس بداخل الإطار (P) اكبر من ضغط الهواء خارج الإطار(Pa) ويكون $(\Delta p = P - Pa)$.

حالات عامة

١- فى متوازي المستطيلات لحساب اكبر ضغط يجب وضعه على الوجه الذى له اقل مساحة ، ولحساب اقل ضغط يجب وضعه على الوجه الذى له اكبر مساحة
٢- عندما يطلب حساب ضغط السائل على أحد جوانب خزان أو حائط يحسب الارتفاع من منتصف الحائط أو الخزان إلى سطح الماء .
٣- فى حالة غواص تحت الماء خرجت منه فقاعة هواء حجمها صغير فتتعرض لضغط كبير فكلما صعدت لأعلى يزداد حجمها لان الضغط الواقع عليها يقل لان الضغط يتناسب عكسيا مع الحجم .
٤- فى حالة اناء مملوء به ثلاثة ثقوب كل ثقب تخرج منه المياه واخر ثقب يكون اندفاع الماء فيه كبير ويقل كلما ارتفعنا الى اعلى لان كلما زاد العمق ازداد الضغط .

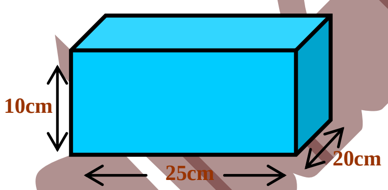
أمثلة محلولة

(١) قاعدة حوض أسماك مساحتها $1000cm^2$ فإذا كان الحوض يحتوي على ماء وزنه 400N أوجد ضغط الماء على قاعدة الحوض.

الحل

$$\because P = \frac{F}{A} = \frac{400}{1000\times10^{-4}} = 0.4\times10^4 N/m^2$$

****



(٢) متوازي مستطيلات من مادة كثافتها $2700kg.m^{-3}$ أبعاده 10cm, 20cm ,25cm على الترتيب وضع على منضدة أفقية مستوية كما بالرسم ، احسب: ❶الضغط على المنضدة ❷ كيف تضع المتوازي السابق للحصول على أكبر ضغط؟ $(g = 10ms^{-2})$

الحل

∵ ❶ حجم متوازي المستطيلات = الطول × العرض × الارتفاع

$\therefore V_{ol}=25\times20\times10\times10^{-6}=5\times10^{-3}m^3$

$\because m=\rho V_{ol}=2700\times5\times10^{-3}=13.5kg$

$\because F_g = mg = 13.5\times10 = 135N$

$$\because P = \frac{F}{A} = \frac{135}{25\times20\times10^{-4}} = 2700 N/m^2$$

❷للحصول على أكبر ضغط نجعل المساحة أقل ما يمكن أي نضعه رأسيا على الوجه 10cm ×20cm

$$\because P = \frac{F}{A} = \frac{135}{20\times10\times10^{-4}} = 6750 N/m^2$$

(٣) (الأزهر ١٩٩٤) مكعب طول ضلعه 10cm ومتوازي مستطيلات من نفس المـادة أبعاده 10cm, 20cm, 30cm بين كيف يوضع متوازي المستطيلات حتى يسبب ضغط يساوي الضغط الناتج عن المكعب على سطح ما.

الحل

$$\because P_{\text{مكعب}} = P_{\text{متوازي}}$$

$$\therefore \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \therefore \frac{m_1 g}{A_1} = \frac{m_2 g}{A_2} \Rightarrow \therefore \frac{\rho (V_{ol})_1}{A_1} = \frac{\rho (V_{ol})_2}{A_2}$$

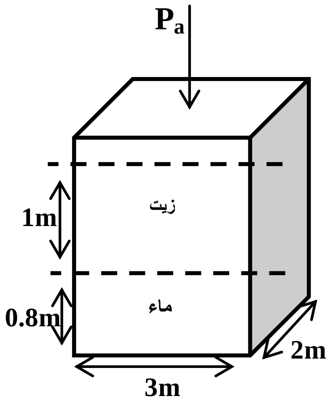
$$\therefore \frac{10\times10\times10\times10^{-6}}{10\times10\times10^{-4}} = \frac{30\times20\times10\times10^{-6}}{A_2}$$

$$\therefore A_2 = 30\times20\times10^{-4}\, m^2$$

∴ يوضع المتوازي على الوجه ذي المساحة (20×30)

****

(٤) إناء على شكل متوازي مستطيلات أبعاد قاعدته [2m, 3m] ملئ بالماء على عمق 0.8m ثم سكبت طبقة من الزيت فطفت فوق سطح الماء وكان سمك هذه الطبقة $= 1m$ فإذا علمت أن الكثافة النسبية للزيت $= 0.8$ ، $g=10m/s^2$ وكثافة الماء $1000kg/m^3$ والضغط الجوي $1.13\times10^5 N/m^2$ احسب:
❶ الضغط المطلق على قاع الإناء ❷ القوة الكلية المؤثرة على قاع الإناء



الحل

$\rho_{\text{زيت}} = 0.8\times1000 = 800 kg/m^3$

❶ الضغط المطلق على قاع الإناء

$\because P_{\text{المطلق}} = P_a + \rho g h_{\text{زيت}} + \rho g h_{\text{ماء}}$

$\therefore P = 1.13\times10^5 + [800\times10\times1] + [1000\times10\times0.8]$

$\therefore P = 117300\ N/m^2$

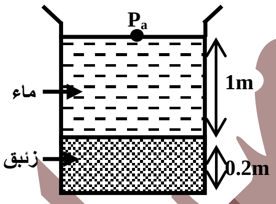
❷ القوة الكلية المؤثرة على قاع الإناء

$A = 2\times3 = 6 m^2$

$F = P A = 117300\times6 = 703800\ N$

****

(٥) طبقة من الماء سمكها 100cm تطفو فوق طبقة من الزئبق سمكها 20cm احسب الفرق في الضغط بين نقطتين إحداهما عند السطح الخالص للماء والأخرى عند قاع طبقة الزئبق علما بأن $g=10m/s^2$ وكثافة الزئبق $13600kg/m^3$ وكثافة الماء $1000kg/m^3$



الحل

$\because \Delta P = P_a + \rho_1 g h_{1\text{ماء}} + \rho_2 g h_{2\text{زئبق}} - P_a$

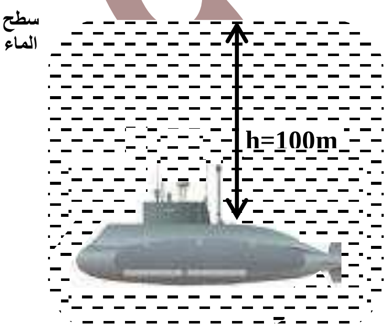
$\therefore \Delta P = \rho_1 g h_{1\text{ماء}} + \rho_2 g h_{2\text{زئبق}}$

$\therefore \Delta P = 1000\times10\times1 + 13600\times10\times0.2$

$\therefore \Delta P = 37200\ N/m^2$

****

(٦) غواصة تغوص في ماء البحر إلى أقصى عمق محدد لها والذي يبلغ 100m تم حفظ الضغط بداخلها بحيث يعادل الضغط الجوي احسب القوة المؤثرة على باب قمرتها إذا كان قطره = 80cm علما بأن $g=10m/s^2$ وكثافة ماء البحر $1030\ kg/m^3$ ، $\pi = \frac{22}{7}$



الحل

∵ الضغط داخل الغواصة يعادل الضغط الجوي

$\therefore \Delta P = P_a + \rho_1 g h_{1\text{ماء}} - P_a$

$\therefore \Delta P = \rho g h_{\text{ماء}} = 1030\times10\times100$

$\therefore \Delta P = 103\times10^4\ N/m^2$

$\because F = \Delta P A = \Delta P \pi r^2 = 103\times10^4 \times \frac{22}{7} \times (0.4)^2 \quad \therefore F = 517943N$

(٧) غواصة مستقرة أفقيا في أعماق البحر الضغط داخلها يعادل الضغط الجوي العادي $1.013\times10^5 N/m^2$ وكثافة ماء البحر $1030 kg/m^3$ $g=9.8 m/s^2$ احسب: ❶ القوة المؤثرة على شباك دائري من شبابيك الغواصة نصف قطره 21cm ومركزه على عمق 50m من سطح البحر ❷ القوة الضاغطة رأسيا لأسفل على لوح أفقي في نفس مستوى الشباك مستطيل الشكل طوله 3m وعرضه 1m ❸ محصلة القوى على وجهي اللوح.

الحل

❶ $P = P_a + \rho g h_{ماء} - P_a = 50\times1030\times9.8 = 5.047\times10^5 N/m^2$

$F = P A = P \pi r^2 = 5.047\times10^5 \times \frac{22}{7} \times (0.21)^2 = 69.9\times10^3 N$

❷ $P = P_a + \rho g h_{ماء} = 1.013\times 10^5 + 5.047\times 10^5 = 6.06\times 10^5 N/m^2$

$F = P A = 6.06\times 10^5 \times3\times1 = 1.8\times 10^6 N$

❸ محصلة القوى = صفر

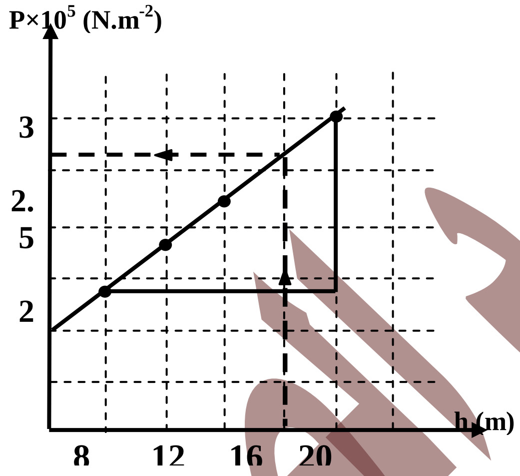
****

(٨) (مصر ٢٠٠٣) الجدول التالي يوضح العلاقة بين الضغط (P) عند نقطة في باطن بحيرة وعمق هذه النقطة (h) عن سطح البحيرة

h(m)	4	8	12	16	20
$P\times10^5 (N/m^2)$	1.4	1.8	2.2	b	3

(أ) ارسم علاقة بيانية بين الضغط ممثلا على المحور الرأسي وعمق النقطة ممثلا على المحور الأفقي
(ب) من الرسم أوجد: ❶ الضغط (b) المقابل للعمق 16m ❷ قيمة الضغط الجوي
❸ كثافة ماء البحيرة (اعتبر عجلة الجاذبية الأرضية $10 m/s^2$)

الحل



(أ) الرسم البياني بالشكل المقابل

(ب) ❶ $b = 2.6\times10^5 (N/m^2)$

❷ قيمة الضغط الجوي: $P_a = 1\times10^5 N/m^2$

❸ لحساب الكثافة نعين الميل

$$slope = \frac{(3-1.4)\times10^5}{20-4}$$

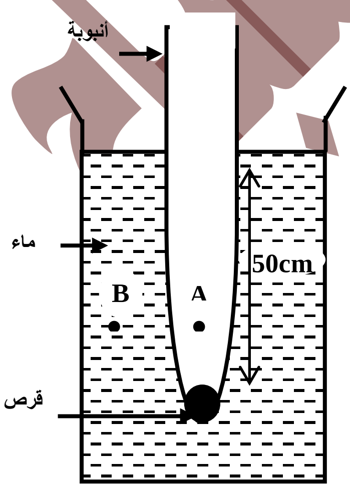
$$= \frac{1.5\times10^5}{16} = 0.1\times10^5$$

$\because P = \rho g h$

$$\therefore \rho = \frac{P}{gh} = \frac{slope}{g} = \frac{0.1\times10^5}{10} = 1000 kg.m^{-3}$$

****

(٩) من الشكل المقابل: (أ) أذكر سبب عدم انفصال القرص الصلب عن الأنبوبة (ب) احسب ارتفاع الزيت اللازم صبه في الأنبوبة بحيث يصبح القرص الصلب على وشك الانفصال (علما بأن كثافة الزيت = $800 kg/m^3$ وكثافة الماء $10^3 kg/m^3$) (جـ) قارن بين الضغط عند النقطتين A,B بعد وضع الزيت علما بأن النقطتين في مستوى أفقي واحد (مع التعليل).



الحل

(أ) بما ان الضغط أسفل القرص = $P_a + \rho g h_{ماء}$ و الضغط أعلى القرص = P_a
لذلك لا ينفصل القرص لأن الضغط أسفله أكبر من الضغط أعلاه.

(ب) حتى يكون القرص على وشك الانفصال يجب أن يكون:
ضغط الزيت أعلى القرص = ضغط الماء أسفل القرص

$\rho g h_{زيت} = \rho g h_{ماء}$

$800 \times h = 1000\times0.5, \therefore h = 0.625 m$

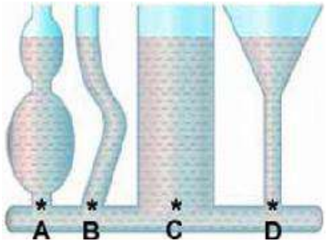
ج) الضغط عند A يساوي الضغط عند B لأن القوة الناتجة عن وزن عمود الزيت فوق النقطة A مساوية للقوة الناتجة عن وزن عمود الماء فوق النقطة B

تطبيقات على الضغط عند نقطة فى باطن سائل

❶ الأوانى المستطرقة . ❷ الأنبوبة ذات الشعبتين .
❸ البارومتر الزئبقى . ❹ المانومتر

وفيما يلى سنتعرف على كل منها بشيء من التفصيل :

اولا : الأوانى المستطرقة



شكلها :
عبارة عن عدة أوان مختلفة الشكل والسعة متصلة معا بأنبوبة أفقية من أسفلها بشرط ألا تكون إحدى الأنابيب ضيقة جدا(شعرية) و أن تكون قاعدة الإناء في مستوى أفقي واحد كما بالشكل.

فكرة عملها
الضغط عند جميع النقاط الواقعة فى مستوى أفقى واحد فى سائل ساكن متجانس يكون متساوياً.

أى أن
الضغط عند النقطة A = الضغط عند النقطة B = الضغط عند النقطة C = الضغط عند النقطة D .

علل ◄ **تبنى خزانات المياه فى أعلى مكان فى المدينة .**

ج: لأنه طبقاً لنظرية الأوانى المستطرقة فإن سطح الماء سيرتفع فى مواسير المياه الرأسية التى تغذى المنازل الى نفس مستوى سطح الماء فى الخزان فتصل المياه الى الادوار العليا .

ثانيا : الأنبوبة ذات الشعبتين

شكلها : أنبوبة زجاجية على شكل حرف U .

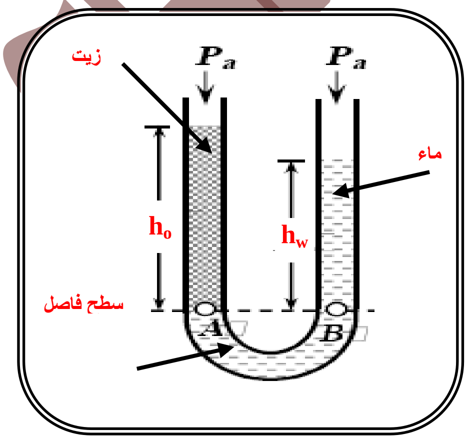
فكرة عملها : الضغط عند جميع النقاط الواقعة فى مستوى أفقى واحد فى سائل ساكن متجانس يكون متساوياً.

استخدامها:

❶ المقارنة بين كثافتي سائلين . ❷ تعيين الكثافة النسبية لسائل . ❸ تعيين كثافة سائل بمعلومية كثافة سائل أخر.

تجربة عملية لتعيين كثافة الزيت بمعلومية كثافة الماء باستخدام أنبوبة ذات شعبتين

❶ ضع كمية مناسبة من الماء فى الأنبوبة ذات الشعبتين فيصبح ارتفاعه في الفرعين متساويًا .
❷ أضف الزيت ببطء في أحد الفرعين حتى يتكون سطح فاصل بينهما (السائلان لا يمتزجان) كما بالشكل .
❸ قم بقياس ارتفاع الماء h_w وارتفاع الزيت h_o فوق مستوى السطح الفاصل عند الاتزان .
❹ يمكن تعيين كثافة الزيت كالآتى :



∵ الضغط عند النقطة B = الضغط عند النقطة A

$$\therefore P_a + \rho_o g h_{o\,زيت} = P_a + \rho_w g h_{w\,ماء} ,$$

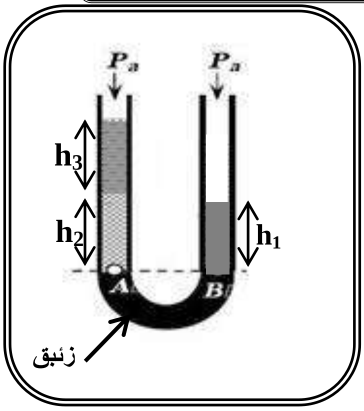
$$\therefore \rho_o h_o = \rho_w h_w$$

$$\therefore \frac{\rho_o}{\rho_w} = \frac{h_w}{h_o}$$

❺ حيث $\left(\frac{\rho_o}{\rho_w}\right)$ الكثافة النسبية للزيت

❻ بمعلومية كثافة الماء يمكن معرفة كثافة الزيت. $\therefore \rho_o = \frac{\rho_w h_w}{h_o}$

ملاحظات هامة لحل مسائل الأنبوبة ذات الشعبتين



❶ عند إتزان أكثر من سائلين في أنبوبة ذات شعبتين فإن: الضغط عند النقطة A يساوي الضغط عن النقطة B $\therefore\ \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 + \rho_3 h_3$

❷ حجم السائل فى احد الفرعين هو حجم أسطوانة = مساحة مقطع الفرع × ارتفاع السائل

❸ ارتفاع السوائل فى الانابيب ذات الشعبتين يتناسب عكسياً مع كثافة السائل .

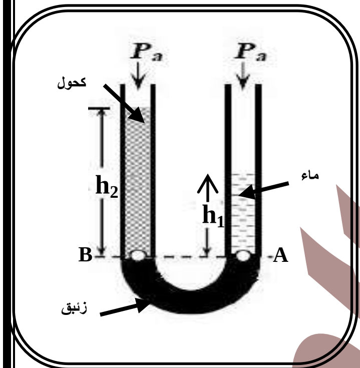
❹ إذا كانت الأنبوبة منتظمة المقطع وانخفض سطح السائل فى احد الفرعين بمقدار (d) فانه يرتفع فى الفرع الأخر بنفس المقدار (d) ويكون ارتفاع السائل فوق السطح الفاصل
= مقدار الارتفاع + مقدار الانخفاض = d + d = 2d

❺ إذا كانت الأنبوبة غير منتظمة المقطع فإن حجم السائل المنخفض = حجم السائل المرتفع
مساحة مقطع الفرع الأول × ارتفاع الجزء المنخفض = مساحة مقطع الفرع الثانى × ارتفاع الجزء المرتفع
$$A_1 \times h_1 = A_2 \times h_2$$

❻ لو كان أنبوبة غير منتظمة المقطع بحيث مساحة مقطع احد فرعيها ضعف مساحة المقطع الأخر فإذا انخفض السائل فى الفرع المتسع بمقدار d فإنه يرتفع فى الفرع الضيق بمقدار 2d ويكون ارتفاع السائل فوق السطح الفاصل
= مقدار الارتفاع + مقدار الانخفاض = d +2d = 3d

علل ◄ **يتساوى ارتفاع السائل في فرعي الأنبوبة ذات الشعبتين مهما اختلف قطرها**
جـ: لأن أساس التجربة هو الضغط عند نقطة في باطن سائل والضغط لا يتوقف على مساحة المقطع ، فلا يؤثر نصف قطر الأنبوبة على ارتفاع أى من السائلين فى فرعى الأنبوبة .

أمثلة محلولة



(١) أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع صب بها كمية من زئبق فأصبح ارتفاعه في الفرعين متساويا ثم صب في أحد الفرعين ماء حتى أصبح ارتفاعه 25cm احسب ارتفاع عمود الكحول اللازم صبه في الفرع الآخر حتى يعود مستوى سطحي الزئبق في الفرعين إلى مستواه الأصلي علما بأن الكثافة النسبية لكل من الماء والكحول 1 ، 0.78 على الترتيب

الحل

$\because$ النقطتين A,B في مستوى أفقي واحد

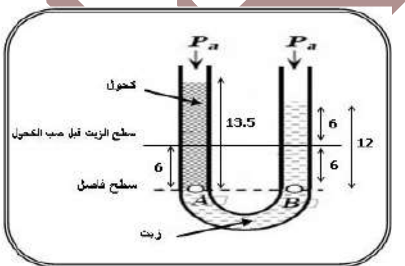
$\therefore P_A = P_B$

$\therefore \rho_1 h_{1\,ماء} = \rho_2 h_{2\,كحول}$

$\therefore 1000\times25 = 780 \times h_2\ ,\ \therefore h_2 = 32.05cm$

****

(٢) أنبوبة ذات فرعين منتظمة المقطع بها زيت كثافته $900kg/m^3$ صب في أحد فرعيها كحول فانخفض سطح الزيت بمقدار 6cm احسب: ❶ كثافة الكحول إذا علمت أن ارتفاع الكحول فوق السطح الفاصل 13.5cm ❷ كتلة الكحول إذا علمت أن مساحة مقطع كل من الفرعين = $2cm^2$



الحل

$$\because \frac{\rho_{زيت}}{\rho_{كحول}} = \frac{h_{كحول}}{h_{زيت}} \Rightarrow \therefore \frac{900}{\rho_{كحول}} = \frac{13.5}{12}$$

$$\Rightarrow \therefore \rho_{كحول} = 800kg/m^3$$

$\because m_{كحول} = \rho V_{ol} = \rho Ah$

$= 800\times2\times10^{-4}\times13.5\times10^{-2} = 0.0216kg$

****

(٣) 📋 (الأزهر ٩٢) أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطع كل من فرعيها $2cm^2$ بها كمية من الماء ، صب في أحد فرعيها كيروسين حجمه $9cm^3$ فكان فرق الارتفاع بين سطحى الماء 3.6cm . احسب حجم البنزين الذي يصب في الفرع الآخر حتى يعود سطح الماء في الفرعين في مستوى أفقي واحد علما بأن كثافة الماء $1000kg/m^3$ وكثافة البنزين $900kg/m^3$

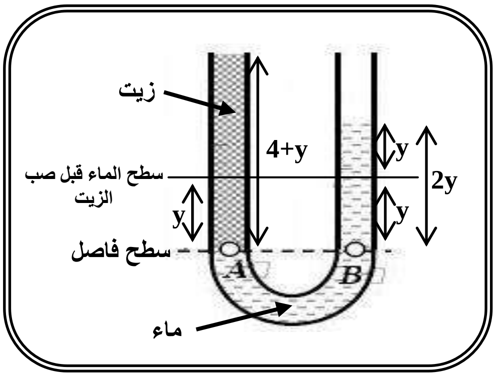
الحل

$\rho_1 h_1)_{ماء} = \rho_2 h_2)_{كيروسين}\ ,\ 1000 \times 3.6 = \rho_2 \times 4.5\ kg/m^3 \Rightarrow \rho_2 = 800\ kg/m^3$

$\rho_2 h_2)_{كيروسين} = \rho_3 h_3)_{بنزين}\ ,\ 800 \times 4.5 = 900 \times h_3\ , \Rightarrow h_3 = 4cm$

$V_{ol\,بنزين} = h_3 A = 4\times2 = 8cm^3$

(٤) أنبوبة ذات شعبتين طول كل من فرعيها 8cm صب فيها ماء إلى منتصفها ثم صب زيت في إحدى الشعبتين حتى امتلأت تماما بالزيت فإذا علمت أن الكثافة النسبية للزيت = $\frac{2}{3}$ أوجد: ❶ ارتفاع الزيت عن السطح الفاصل ❷ ارتفاع الماء عن السطح الفاصل



الحل

من الرسم :

☜ارتفاع الزيت عن السطح الفاصل = y+4

☜ارتفاع الماء عن السطح الفاصل 2y

$$\because \frac{\rho_{زيت}}{\rho_{ماء}} = \frac{h_{ماء}}{h_{زيت}} \Rightarrow \therefore \frac{2}{3} = \frac{2y}{y+4} \Rightarrow \therefore y = 2cm$$

∴ ارتفاع الزيت عن السطح الفاصل = ٦ سم ∴ ارتفاع الماء عن السطح الفاصل = ٤ سم

****

(٥) أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطعيها $1cm^2$ ، $2cm^2$ على الترتيب صب فيها كمية من الزئبق ثم صب في الفرع المتسع ماء فانخفض سطح الزئبق فيه بمقدار 0.5cm فما مقدار ارتفاع الماء علما بأن كثافة الزئبق $13600kg/m^3$ وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$

الحل

حجم الزئبق الذي ارتفع عن مستواه في الفرع الضيق = حجم الزئبق الذي انخفض عن مستواه في الفرع المتسع

$A_1 h_1 = A_2 h_2$, $2 \times 0.5 = h^{\backslash} \times 1$, $h^{\backslash} = 1cm$

ارتفاع الزئبق في الفرع الضيق من بداية السطح الفاصل

$h_{زئبق} = 0.5 + 1 = 1.5\ cm$

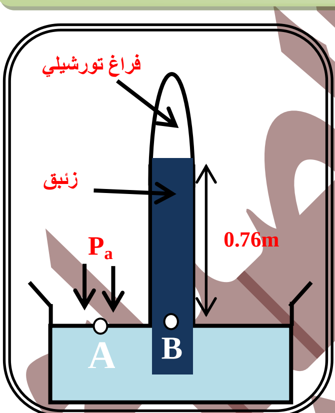
$\rho_1 h_{1زئبق} = \rho_2 h_{2ماء}$

$1.5 \times 13600 = 1000 \times h_2$

$h_2 = 20.4\ cm$

****

ثالثا : البارومتر الزئبقى



أخترع العالم تورشيلي البارومتر الزئبقي لقياس الضغط الجوي .

التركيب

- أنبوبة طولها حوالى متر مفتوحة من أحد طرفيها تملأ تمامًا بالزئبق ثم تنكس رأسيًا في حوض به زئبق .
- يلاحظ انخفاض سطح الزئبق فى الأنبوبة حتى يصبح الارتفاع الرأسى لعمود الزئبق فوق مستوى السطح الخالص 0.76 m تقريبًا (سواء كانت الأنبوبة فى وضع رأسي أو مائل) .
- يصبح الحيز الموجود فوق سطح الزئبق في الأنبوبة مفرغًا إلا من قليل من بخار الزئبق ضغطه صغير جداً يمكن إهماله ويسمى فراغ تورشيلي .

فراغ تورشيلي

" الحيز الموجود فوق سطح الزئبق داخل أنبوبة البارومتر الزئبقى ويكون مفرغًا إلا من قليل من بخار الزئبق "

فكره عمله

الضغط عند جميع النقاط الواقعة فى مستوى أفقى واحد فى سائل ساكن متجانس يكون متساوياً .

أى أن

الضغط عند النقطة A = الضغط عند النقطة B

∵ الضغط عند A = الضغط الجوى (P_a) .

، ∵ الضغط عند B = ضغط عمود من الزئبق ارتفاعه 0.76 m .

∴ الضغط الجوى يكافئ الضغط الناشئ عن وزن عمود من الزئبق ارتفاعه حوالى 0.76 m ومساحة مقطعه $1\ m^2$ عند صفر درجة سيلزيوس .

مما سبق يمكن تعريف الضغط الجوى كما يلى :

الضغط الجوى (P_a)

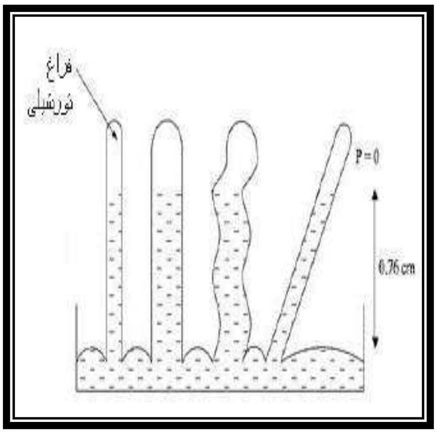
" يقدر بمقدار وزن عمود من الهواء قاعدته وحدة المساحات وارتفاعه من مستوى سطح البحر حتى قمة الغلاف الجوى "

أو

" ضغط الهواء عند سطح البحر ويكافئ الضغط الناشئ عن وزن عمود من الزئبق ارتفاعه 0.76 m ومساحة قاعدته $1m^2$ عند درجة الصفر سيلزيوس ".

م	ما معنى قولنا أن	معنى ذلك أن
٢	الضغط الجوي = $1.013\times10^5\ N/m^2$	وزن عمود من الهواء قاعدته وحدة المساحات وارتفاعه من مستوى سطح البحر حتى نهاية الغلاف الجوى = 1.013×10^5 N
٣	الضغط الجوي = 1.013×10^5 باسكال	

ملاحظات هامة



❶ القيمة 0.76 m تمثل المسافة الراسية بين ارتفاع سطح الزئبق فى الأنبوبة وسطح الزئبق فى الاناء

❷ لا يعبر طول الزئبق فى الانبوبة عن الضغط الجوى اذا كانت الانبوبة مائلة لأننا سوف نستخدم ارتفاعها وليس طولها .

❸يختفى فراغ تورشيلى فى الأنبوبة البارومترية إذا كان :ارتفاعها الرأسى عن سطح الزئبق فى الحوض أقل من أو يساوى 76 cm .

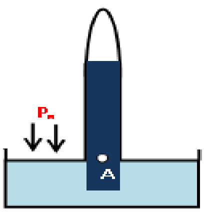
❹ عند ثقب الأنبوبة البارومترية فان الزئبق يهبط ليصبح فى مستو أفقى مع الزئبق فى الحوض .

العوامل المؤثرة على قراءة البارومتر	العوامل الغير المؤثرة على قراءة البارومتر
❶ارتفاع او انخفاض النقطة عن سطح الارض . ❷ درجة الحرارة .	❶مساحة مقطع الأنبوبة البارومترية . ❷ طول الأنبوبة البارومترية . ❸ حجم فراغ تورشيلى . ❹طول الجزء المغمور من الأنبوبة تحت سطح الزئبق ❺ تحريك الأنبوبة يمينًا أو يسارًا أو لأعلى أو لأسفل على ان يبقى جزء من الأنبوبة داخل الزئبق .

استخدامات (وظيفة) البارومتر الزئبقى

❶ قياس الضغط الجوي .
❷ تعيين ارتفاع جبل أو مبنى .
❸ تعيين كثافة الهواء خلال طبقة معينة .

ويمكن توضيح هذه الاستخدامات كما يلي :

<table>
<tr><th>قياس الضغط الجوى</th><th>تعيين ارتفاع جبل أو مبنى</th></tr>
<tr><td>
الضغط الجوى = الضغط عند النقطة A
$\therefore\ P_a = P_A = \rho\, g\, h$
حيث :
ρ كثافة الزئبق = $13595\ kg/m^3$
، g عجلة الجاذبية = $9.81\ m/s^2$
، h ارتفاع الزئبق = 0.76 m


$\therefore\ P_a = 13595 \times 9.81 \times 0.76 = 1.013\times10^5\ N/m^2$
</td><td>
عند وضع بارومتر أسفل جبل وقياس ارتفاع عمود الزئبق h_1 ثم وضعه أعلى الجبل وقياس ارتفاع عمود الزئبق h_2 نجد أن :
فرق الضغط المقاس بالبارومتر = الفرق فى الضغط الجوى
$\Delta P_{\text{زئبق}} = \Delta P_{\text{هواء}}$
$\rho_{\text{زئبق}}\ g\ (h_{\text{زئبق اسفل}} - h_{\text{زئبق اعلى}}) = \rho_{\text{هواء}}\ g\ (h_1 - h_2)$
$\rho_{\text{زئبق}}\ (h_{\text{زئبق اسفل}} - h_{\text{زئبق اعلى}}) = \rho_{\text{هواء}}\ H_{\text{جبل}}$
ومن هذا القانون وبمعلومية كثافة الهواء يمكن تعين ارتفاع الجبل H.
نكرر نفس الخطوات السابقة ولكن بمعلومية ارتفاع المبنى الشاهق يتم حساب متوسط كثافة الهواء .
</td></tr>
</table>

العوامل التى يتوقف عليها الضغط الجوى

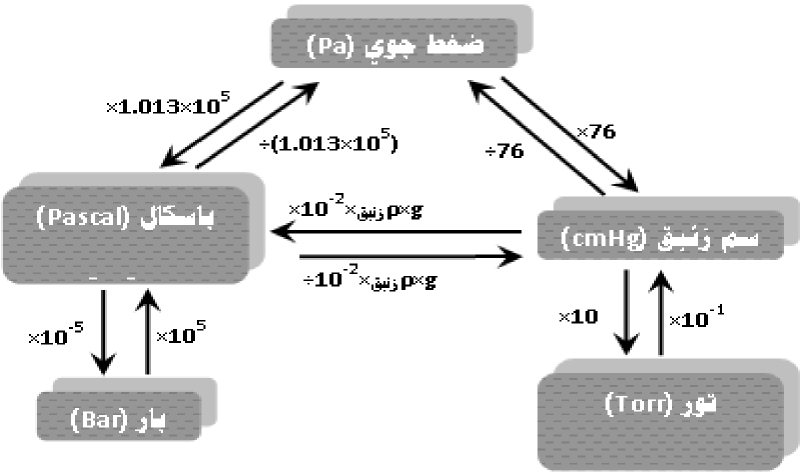
➊الارتفاع عن سطح البحر (علاقة عكسية)	يقل الضغط الجوى كلما اتجهنا رأسياً لأعلى فوق مستوى سطح البحر بسبب نقص ارتفاع عمود الهواء المسبب للضغط ، اما داخل منجم عميق فيزيد طول عمود الهواء ويزيد طول عمود الزئبق المكافئ له فتزداد قراءة البارومتر.
➋متوسط كثافة الهواء الجوى (علاقة طردية)	حيث يزداد الضغط الجوى بزيادة كثافة الهواء .
➌عجلة الجاذبية الارضية (علاقة طردية)	ويكون تأثيرها غير ملحوظ إلا مع الارتفاعات الكبيرة .
➍درجة الحرارة	حيث يقل الضغط الجوى بزيادة درجة الحرارة (لاختلاف الكثافة) لذا يتم القياس الضغط الجوى عند درجة صفر سيلزيوس .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	اختلاف الضغط الجوى بتغير درجة الحرارة	لتغير كثافة الهواء مع تغير درجة الحرارة .
٢	قراءة البارومتر عند قمة جبل أقل من قراءته عند سطح الأرض.	لأن الضغط يقل كلما اقتربنا من قمة الغلاف الجوي لنقص وزن عمود الهواء المسبب للضغط .
٣	لا يتأثر ارتفاع الزئبق في البارومتر بمساحة مقطع الأنبوبة البارومترية	لأنه تبعاً للعلاقة ($P = \rho g h$) يتوقف ارتفاع الزئبق فى البارومتر على كثافة الزئبق فقط ولا يتوقف على مساحة مقطع الأنبوبة البارومترية
٤	قد لا يظهر فراغ تورشيللي في الأنبوبة البارومترية .	**يحدث ذلك بسبب الإحتمالات الآتية:** ➊ طول الأنبوبة أقل من 0.76cm ➋ الأنبوبة البارومترية مائلة بحيث يكون الارتفاع الرأسي للزئبق أقل من 0.76 ➌ كثافة السائل المستخدم في البارومتر أقل من كثافة الزئبق ➍ البارومتر موجود في قاع منجم
٥	يستخدم الزئبق كمادة بارومترية	لأن كثافة الزئبق كبيرة وبذلك يكون ارتفاعه مناسباً لطول أنبوبة البارومتر حيث ($h \alpha \frac{1}{\rho}$) كما يظل الضغط في فراغ تورشيلى منعدمًا تماماً تقريباً لعدم وجود بخار زئبق فى درجات الحرارة العادية
٦	يفضل استخدام الزئبق في صناعة البارومترات بينما لا يستخدم الماء	**يرجع ذلك للأسباب التالية:** ➊ كثافة الزئبق أكبر من كثافة الماء ولذلك يكون ارتفاعه مناسبا حيث أن ($h \alpha \frac{1}{\rho}$) او ارتفاع عمود الزئبق يكون 0.76m فيسهل قياسه بدقة أما ارتفاع عمود الماء سيكون أكبر من 10m تقريبا فيصعب قياسه عمليا ➋ الزئبق لا يتبخر في درجات الحرارة العادية فيكون الضغط في فراغ تورشيللي صفر أما الماء يتبخر في درجات الحرارة العادية ➌ الزئبق لا يعلق بجدران الأنبوبة لكبر قوى تماسكه بينما الماء يعلق بجدران الأنبوبة
٧	لا يشعر الإنسان بالضغط الجوي	بسبب التوازن بين ضغط السوائل والغازات الموجودة داخل جسم الإنسان مع الضغط الجوي
٨	حدوث نزيف بالأنف عند التواجد على ارتفاعات عالية جدا	لأن الضغط الجوي يقل بالارتفاع لأعلي فيزداد فرق الضغط علي جدار الشعيرات الدموية مما يسبب حدوث نزيف بالأنف.

وحدات قياس الضغط الجوي

	الوحدة	الذي تساويه	الذي تساويه	قيمة الضغط الجوي بها
أولا	باسكال (Pascal)	1 نيوتن / م^٢ $(1N/m^2)$	جول / م^٣	$\because P_a = 1.013\times10^5 N/m^2$ $\therefore P_a (1Atm) = 1.013\times10^5 Pascal$
ثانيا	البار (Bar)	10^5 نيوتن/م^٢ $(10^5 N/m^2)$	10^5 جول/م^٣	$\because P_a = 1.013\times10^5 N/m^2$ $\therefore P_a = 1.013\times10^5\times10^{-5}$ $\therefore P_a(1Atm) = 1.013 Bar$
ثالثا	التور (Torr)	1 مم زئبق (1mmHg)		$\because P_a = 76cmHg$ $\therefore P_a = 760mmHg$ $\therefore P_a(1Atm) = 760Torr$

مخطط التحويل بين وحدات قياس الضغط المختلفة



وبصفة عامة يمكن تحويل الضغط الجوى من وحدة إلى أخرى تبعاً للعلاقة التالية :

$$\text{الضغط بالوحدة المطلوبة} = \frac{\text{المقدار المطلوب تحويله} \times \text{الضغط الجوى بالوحدة المطلوبة}}{\text{الضغط الجوى بالوحدة المحول منها}}$$

م	ما معنى قولنا أن	معنى ذلك أن
١	الضغط الجوي = 76 cm Hg	الضغط الجوي يعادل الضغط الناشئ عن وزن عمود من الزئبق طوله 76cm ومساحة مقطعه $1m^2$
٤	الضغط الجوي = 1.013 بار	الضغط الجوي يعادل الضغط الناشئ عن قوة مقدارها 1.013×10^5 نيوتن تؤثر عموديا على مساحة قدرها $1m^2$
٥	فرق ضغط غاز محبوس = 3 ضغط جوي	القوة التي يؤثر بها الغاز المحبوس على وحدة المساحات من سطح = $3\times 1.013\times10^5 = 3.039\times10^5$ نيوتن

أمثلة محلولة

(١) ما قراءة بارومتر زئبقي عند الطابق العلوي لمبنى ارتفاعه 100m إذا كان البارومتر يقرأ عند الطابق الأرضي 74cm ومتوسط كثافة الهواء بين هذين الطابقين 1.25كجم/م^٣ وكثافة الزئبق 13.6×10^3 كجم/م^٣

الحل

$$\rho_{\text{زئبق}} (h_{\text{زئبق اسفل}} - h_{\text{زئبق اعلى}}) = \rho_{\text{هواء}} H_{\text{جبل}}$$

$$13600\times (0.74 - h_{\text{زئبق اعلى}}) = 1.25 \times 100$$

$$(0.74 - h_{\text{زئبق اعلى}}) = (1.25 \times 100) \div 13600 = 0.0092$$

$$h_{\text{زئبق اعلى}} = 0.74 - 0.0092 = 73.08 \text{ cm Hg}$$

(٢) أذا كان الضغط الجوى $1.013\times10^5 N/m^2$ فما طول بارومتر مائى يقرأ هذا الضغط علماً بأن كثافة الماء $1000 kg/m^3$ وعجلة الجاذبية الارضية $9.8 m/s^2$.

الحل

$P_a = \rho g h$

$h = P_a \div \rho g = 1.013\times10^5 \div (1000 \times 9.8) = 10.6\ m$.

****

(٣) أذا كان الضغط الجوى عند نقطة ما 50 cm Hg احسب قيمة هذا الضغط بوحدة N/m^2 .

الحل

$$P = \frac{50\times1.013\times10^5}{76} = 0.67\times10^5\ N/m^2$$

****

(٤) بارومتر زئبقي يقرأ 76cmHg عند أسفل مبنى ويقرأ 74.8cmHg عند أعلى نقطة في المبنى احسب ارتفاع هذا المبنى علما بأن كثافة الهواء $1.2 kg/m^3$ وكثافة الزئبق $13600 kg/m^3$.

الحل

$\because \rho_1\ h_{1\text{زئبق}} = \rho_2\ h_{2\text{هواء}}$

$\therefore\ 13600 \times 1.2\times10^{-2} = 1.2 \times h_2$

$\therefore\ h_2 = 136m$

****

(٥) إذا كانت قراءة البارومتر الزئبقي في أحد الأيام هي 76cmHg فماذا تكون قراءة هذا البارومتر إذا استخدم فيه ماء علما بأن كثافة الزئبق $13600 kg/m^3$ وكثافة الماء $1000 kg/m^3$

الحل

$P_{a\text{ماء}} = P_{a\text{زئبق}}$

$\therefore\ \rho_1\ g\ h_{1\text{زئبق}} = \rho_2\ g\ h_{2\text{ماء}}$

$\therefore\ 13600 \times 0.76 = 1000 \times h_2$

$\therefore\ h_2 = 10.336\ m$

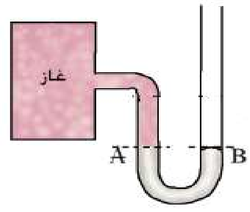
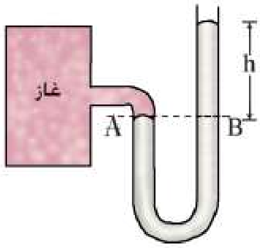
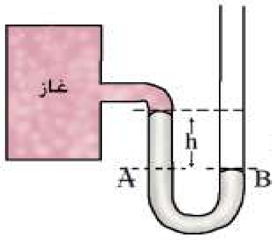
****

رابعا : المانومتر

استخدامه	❶ قياس ضغط محبوس داخل إناء (p) ❷ قياس فرق الضغط بين ضغط غاز محبوس في إناء والضغط الجوي (ΔP)
تركيبه	عبارة عن أنبوبة زجاجية ذات شعبتين على شكل حرف U تحتوي على كمية مناسبة من سائل معروف كثافته مثل الزئبق أو الماء أو الكحول تتصل إحدى الشعبتين بمستودع الغاز المراد قياس ضغطه وتترك الأخرى معرضة للهواء الجوي
فكرة عمله	ان الضغط عند النقاط التى فى مستو واحد فى سائل ساكن متجانس متساوي .
الأنواع	❶ مانومتر مائي ، يكون السائل المستخدم هو الماء . ❷ مانومتر زئبقي ، ويكون السائل المستخدم هو الزئبق.

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يفضل استخدام سائل كثافته صغيرة (المانومتر المائى) عند استخدام المانومتر لقياس فرق ضغط صغير	لأن الكثافة تتناسب عكسياً مع ارتفاع السائل وبما ان كثافة الماء صغيرة مقارنة بكثافة الزئبق فيصبح الفرق بين ارتفاعي سطحي الماء فى فرعى المانومتر واضحاً وبالتالى يسهل قياسه وتقل نسبة الخطأ النسبى الناتج عن القياس .
٢	يفضل استخدام المانومتر الزئبقى لقياس فرق ضغط كبير	لأن الكثافة تتناسب عكسياً مع ارتفاع السائل وبما ان كثافة الزئبق كبيرة فلا يندفع الزئبق الى خارج الأنبوبة أو الى داخل المستودع .
٣	يحفظ الزئبق فى أوانى سميكة الجدران	لأن كثافته كبيره فيكون ضغطه على جدران الإناء الحاوى له كبير لذا يجب أن تكون تلك الجدران سميكة حتى تتحمل الضغط الكبير .

استخدام المانومتر لقياس ضغط غاز محبوس

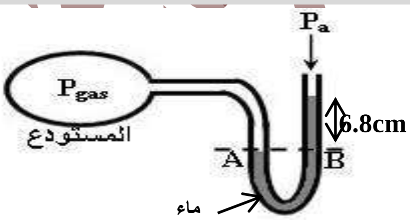
إذا كان سطح السائل فى الفرع الخالص فى نفس مستوى سطح السائل فى الفرع المتصل بالمستودع	إذا كان سطح السائل فى الفرع الخالص أعلى من مستوى سطح السائل فى الفرع المتصل بالمستودع	إذا كان سطح السائل فى الفرع الخالص أقل من مستوى سطح السائل فى الفرع المتصل بالمستودع
		
فإن : $P_A = P_B$ $P_{غاز} = P_a$ $\Delta P = P_{غاز} - P_a = zero$	فإن : $P_{غاز} > P_a$ $P_A = P_B$ $P_{غاز} = P_{سائل} + P_a$ $\Delta P = P_{غاز} - P_a = P_{سائل}$ $\Delta P = +\rho gh$	فإن : $P_{غاز} < P_a$ $P_A = P_B$ $P_{غاز} + P_{سائل} = P_a$ $\Delta P = P_{غاز} = P_a - P_{سائل}$ $\Delta P = -\rho gh$
وإذا كان السائل المستخدم هو الزئبق ووحدة قياس الضغط الجوى cm Hg فإن		
$P_{غاز} = P_a$ $\Delta P = P_{غاز} - P_a$ $= zero$	$P_{غاز} = P_a - h$ $\Delta P = P_{غاز} - P_a$ $\Delta P = + h$ (cm Hg)	$P_{غاز} = P_a - h$ $\Delta P = P_{غاز} - P_a$ $\Delta P = - h$ (cm Hg)

م	ما معنى قولنا أن 🕮	معنى ذلك أن
١	**فرق الضغط فى إطار سيارة = ٣ ضغط جوي**	ضغط الهواء داخل الإطار = 4 ضغط جوى
٢	**مانومتر يقرأ +10 (وحده).**	ضغط الغاز يزيد عن الضغط الجوي بمقدار 10 (وحده) .
٣	**مانومتر يقرا صفر .**	ضغط الغاز المحبوس = الضغط الجوى .
٤	**مانومتر يقرأ -3 (وحده) .**	ضغط الغاز المحبوس يقل عن الضغط الجوى بمقدار 3 .

أمثلة محلولة

(١) مانومتر يحتوي على ماء يتصل بمستودع به غاز محبوس فإذا كان فرق الارتفاع بين سطحي الماء في المانومتر +6.8cm فاحسب ضغط الغاز المحبوس بوحدة سم زئبق علما بأن الضغط الجوي = 76cm Hg وكثافة الماء = $1000\ kg/m^3$ وكثافة الزئبق = $13600\ kg/m^3$

الحل



نوجد طول عمود الزئبق الذي ضغطه يعادل 6.8cm ماء

$\therefore \rho_1 g h_{1زئبق} = \rho_2 g h_{2ماء}$

$\therefore 13600 \times h_1 = 1000 \times 6.8, \therefore h_1 = 0.5cmHg$

$\because P = P_a + h$,

$\therefore P = 76 + 0.5 = 76.5cmHg$

****

(٢) استخدم مانومتر زئبقي لقياس ضغط غاز داخل مستودع فكان سطح الزئبق الخالص أعلى من سطحه في الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 38cm أوجد ضغط الغاز المحبوس بالمستودع بالوحدات الآتية:

❶ سم زئبق ❷ نيوتن/م٢ ❸ الضغط الجوي

علمًا بأن الضغط الجوي = 76cm Hg ، كثافة الزئبق = $13600\ kg/m^3$ ، $g = 9.81 m/s^2$

الحل

❶ بوحدة سم زئبق

$P = P_a + h = 76 + 38 = 114 cmHg$
$P = 1140\ mm\ Hg = 1140\ torr$

❷ بوحدة نيوتن/م٢

$P = P_a + \rho gh = 1.013\times10^5 + 13600 \times 9.81$
$P = 114\times10^{-2} \times 13600\times9.81 = 1.52\times10^5 N/m^2$
$P = 1.52\times10^5\ Pascal = 1.52\ bar$

❸ بوحدة ضغط جوي (Atm)

$$P = \frac{1.52\times10^5}{1.013\times10^5} = 1.5 Atm$$

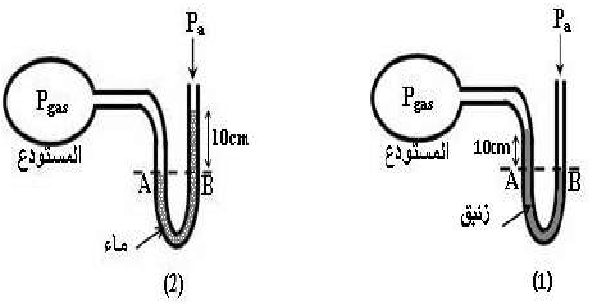
أو

$$P = \frac{114}{76} = 1.5 Atm$$

****

(٣) إذا علمت أن كثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$ وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$ والضغط الجوي 76cm Hg وعجلة الجاذبية الأرضية $9.81 m/s^2$ احسب ضغط الغاز المحبوس في المانومتر 1 والمانومتر 2 بوحدة N/m^2

الحل



$P_a = \rho gh_{زئبق} = 76\times10^{-2}\times13600\times9.81 = 1.013\times 10^5 N/m^2$

☜ ضغط الغاز في المانومتر 1

$P = P_a - \rho gh_{زئبق} = 1.013\times 10^5 - (13600\times9.81\times10\times10^{-2})$
$= 0.879\times10^5 N/m^2$

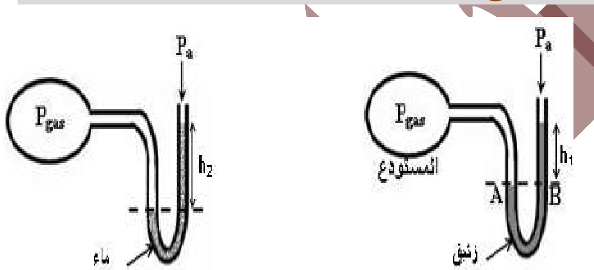
☜ ضغط الغاز في المانومتر 2

$P = P_a + \rho gh_{ماء} = 1.013\times 10^5 + (1000\times9.81\times10\times10^{-2}) = 1.022\times10^5 N/m^2$

****

(٤) استخدم طالب مانومترا زئبقيا لقياس فرق ضغط صغير بين غاز محبوس في إناء والضغط الجوي ونصحه طالب آخر بأنه من الأفضل إستخدام الماء بدلا من الزئبق بين سبب ذلك علما بأن كثافة الزئبق = 13 × كثافة الماء تقريبا

الحل



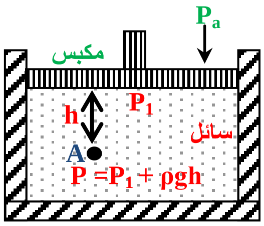
$\therefore\ \rho_1 gh_{1زئبق} = \rho_2 gh_{2ماء}\ ,\ \therefore\ 13\ \rho_{ماء}\ h_{1زئبق} = \rho_2 h_{2ماء}$
$,\ \therefore\ 13\ h_{1زئبق} = h_{2ماء}$

أي أن فرق الإرتفاع بين سطحي الماء في الفرعين = ١٣ مرة قدر فرق الارتفاع بين سطحي الزئبق وبالتالي كلما زاد فرق الإرتفاع بين سطحي الماء في الفرعين كلما أمكن قياسه بسهولة وبدون خطأ

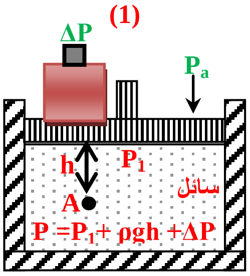
****

	الأنبوبة ذات الشعبتين	البارومتر	المانومتر
التركيب	أنبوبة على شكل حرف U	أنبوبة طولها حوالى متر مفتوحة من أحد طرفيها تملأ تماماً بالزئبق ثم تنكس رأسياً فى حوض به زئبق .	أنبوبة زجاجية ذات شعبتين إحداهما قصيرة متصلة بمستودع به غاز والأخرى معرضة للهواء الجوى .
السائل المستخدم	سائلين (أو أكثر) مختلفين فى الكثافة .	الزئبق	الزئبق أو الماء أو أى سائل مناسب
الاستخدام	• المقارنة بين كثافتي سائلين • تعيين كثافة سائل بمعلومية كثافة سائل آخر . • تعيين الكثافة النسبية لسائل	• قياس الضغط الجوى . • تعيين ارتفاع جبل أو مبنى .	• قياس ضغط غاز محبوس . • قياس الفرق بين ضغط غاز محبوس والضغط الجوى
الاساس العلمى	الضغط عند جميع النقاط الواقعة فى مستوى أفقى واحد فى باطن سائل ساكن متجانس يكون متساوياً		

قاعدة باسكال



(1)



(2)

❶ عند وضع سائل في إناء زجاجي مزود في أعلاه بمكبس ، فإن الضغط عند النقطة A على عمق h داخل السائل يتعين من العلاقة :

$$P = P_1 + \rho g h$$

حيث (P_1) الضغط عند سطح السائل تحت سطح المكبس مباشرة وينتج عن الضغط الجوي ووزن المكبس ، ($\rho g h$) ضغط عمود السائل فوق النقطة A .

❷ عند وضع ثقل إضافي على المكبس

- لا يتحرك المكبس إلى أسفل وذلك لأن السائل غير قابل للإنضغاط .
- يزداد الضغط بمقدار ΔP ويصبح الضغط عند النقطة A

$$P = P_1 + \rho g h + \Delta P$$

❸ إذا زاد الضغط لحد معين يمكن أن ينكسر الإناء.

مبدأ باسكال

عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس في إناء فإن الضغط ينتقل بتمامه (كلياً) إلى جميع أجزاء السائل كما ينتقل إلى جدران الإناء .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس فى إناء فإن الضغط ينتقل بتمامه الى جميع أجزاء السائل	لان السوائل غير قابلة للانضغاط كذلك اى زيادة فى الضغط على سائل تجعل جزئيات السائل تدفع بعضها البعض بقوة فينتقل خلالها الضغط بتمامه الى جميع أجزاء السائل .
٢	تخضع السوائل لقاعدة باسكال	
٣	لا يمكن تطبيق قاعدة باسكال على الغازات	لان الغازات قابلة للانضغاط لوجود مسافات بينية كبيرة بين جزئيات الغاز فلا ينتقل الضغط خلالها بتمامه .

تطبيقات على قاعدة باسكال

❶المكبس الهيدروليكي ❷الفرامل الهيدروليكية في السيارات ❸ كرسي أطباء الأسنان ❹ مكبس رفع السيارات ❺ الرافعة الهيدروليكية

المكبس الهيدروليكى

تركيبه	أنبوبة موصلة بمكبسين أحدهما صغير مساحة مقطعه a و الآخر كبير مساحة مقطعه A ويمتلئ الحيز بين المكبسين بسائل مناسب
استخدامه	يستخدم في رفع أثقال كبيرة باستخدام قوى صغيرة .
فكرة عمله	قاعدة باسكال

طريقة عمله

❶ عندما تؤثر قوة f على المكبس الصغير ينتج عنها ضغط P

$$P_1 = \frac{f}{a}$$

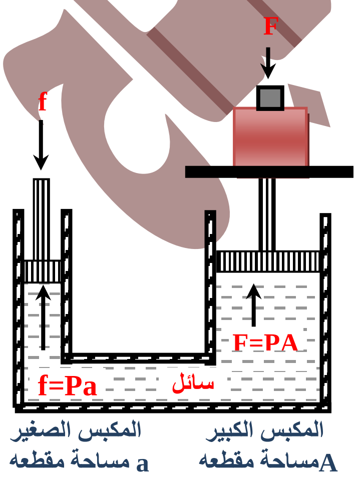
❷ يتأثر السائل بنفس الضغط وينتقل بتمامه إلى السطح السفلي للمكبس الكبير، فيتولد قوة F حيث :

$$P_2 = \frac{F}{A}$$

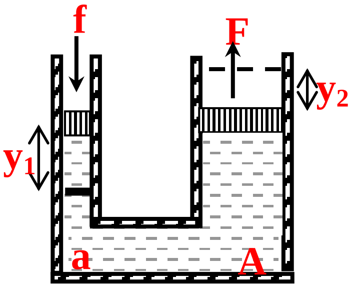
❸ عند وضع الإتزان في مستوى أفقي واحد ، يكون الضغط على المكبس الصغير = الضغط على المكبس الكبير

$$\therefore\ P = \frac{F}{A} = \frac{f}{a} \Rightarrow \therefore \frac{F}{f} = \frac{A}{a}$$

❹ مساحة مقطع المكبس الكبير A أكبر من مساحة مقطع المكبس الصغير a فلابد أن تكون القوة F أكبر بكثير من القوة f ولذلك يمكن استخدام المكبس الهيدروليكي في رفع ثقل كبير باستخدام قوة صغيرة



فى حالة المكبس المثالي



(١) إذا تحرك المكبس الصغير إلى أسفل مسافة y_1 تحت تأثير قوة f فإن المكبس الكبير يتحرك إلى أعلى مسافة y_2 تحت تأثير قوة F

$W_1 = f\, y_1$, $W_2 = F\, y_2$

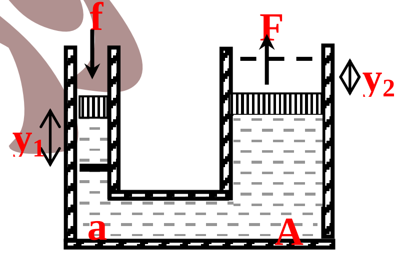
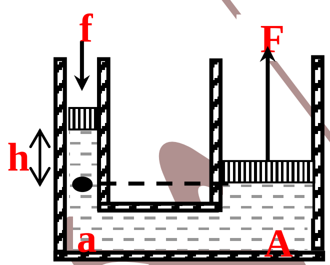
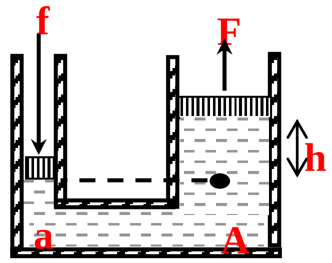
(٢) وتبعاً لقانون بقاء الطاقة يكون :

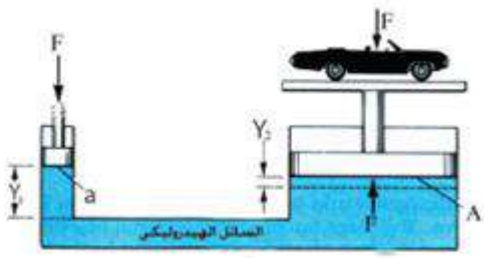
الشغل المبذول على المكبس الصغير = الشغل المبذول على المكبس الكبير

$$\therefore F y_2 = f y_1$$

$$\therefore \frac{F}{f} = \frac{y_1}{y_2}$$

حالات المكبس الهيدروليكي

مكبس متزن	مكبس غير متزن	مكبس غير متزن
		
$\frac{f}{a} = \frac{F}{A}$	$\frac{f}{a} + \rho g h = \frac{F}{A}$	$\frac{f}{a} = \frac{F}{A} + \rho g h$



الفائدة الآلية للمكبس الهيدروليكي (η)

تعين الفائدة الآلية (η)

$$\eta = \frac{F}{f} = \frac{A}{a} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{D^2}{d^2} = \frac{y_1}{y_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

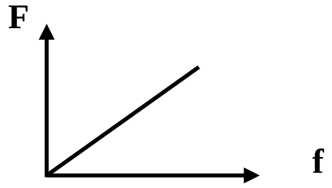
حيث : R نصف قطر المكبس الكبير ، r نصف قطر المكبس الصغير ،
D قطر المكبس الكبير ، d قطر المكبس الصغير ،
V_1 السرعة التي يتحرك بها المكبس الصغير ، V_2 السرعة التي يتحرك بها المكبس الكبير .

الفائدة الآلية (η)

هى النسبة بين مساحة المكبس الكبير A إلى مساحة المكبس الصغير a أو
هي النسبة بين القوة المتولدة على المكبس الكبير F إلى القوة المؤثرة على المكبس الصغير f

ما معنى أن الفائدة الآلية للمكبس الهيدروليكي 15

جـ: معنى ذلك أن ١- النسبة بين القوة المتولدة على المكبس الكبير إلى القوة المؤثرة على المكبس الصغير = 15 .
٢- النسبة بين مساحة مقطع المكبس الكبير الى مساحة المكبس الصغير = 15 .
٣- النسبة بين المسافة التى يتحركها المكبس الصغير الى المسافة التى يتحركها المكبس الكبير =15

العلاقة بين	الشكل البيانى	القانون ودلالة الميل
القوة الناتجة عند المكبس الكبير (F) على المحور الرأسي ، والقوة المؤثرة على المكبس الصغير (f) على المحور الأفقي		$\eta = \frac{F}{f}$ $\therefore slope = \frac{F}{f} = \eta$

كفاءة المكبس الهيدروليكى فى حالة المكبس المثالي

النسبة بين الشغل الناتج عند المكبس الكبير الى الشغل المبذول على المكبس الصغير .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يستطيع المكبس الهيدروليكي أن يرفع أثقالا كبيرة باستخدام قوة صغيرة عند المكبس الصغير	لأن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل وتبعا للعلاقة ($\frac{F}{A} = \frac{f}{a} \Rightarrow \therefore \frac{F}{f} = \frac{A}{a}$) فإن A أكبر بكثير من a وبالتالي تكون F أكبر بكثير من f
٢	يستخدم المكبس الهيدروليكى كمكبر للقوة	
٣	لا تصل كفاءة أي مكبس هيدروليكي إلى ١٠٠٪	(١) لوجود قوى احتكاك بين المكبس وجدار الأنبوبة . (٢) وجود فقاعات غازية في السائل تستهلك شغلا في تقليل حجمها
٤	يراعى أن يكون الزيت في المكبس الهيدروليكي خاليا من الفقاعات	حتى ينتقل الضغط بتمامه ولا يستهلك شغلاً لتقليل حجم الفقاعات الغازية لان الغاز قابل للانضغاط
٥	الفائدة الآلية للمكبس الهيدروليكي دائما أكبر من الواحد الصحيح	$\because \eta = \frac{A}{a}$ فنجد أن مساحة مقطع المكبس الكبير A أكبر من مساحة مقطع المكبس الصغير a أي أن البسط دائما أكبر من المقام ولذلك تكون الفائدة أكبر من الواحد الصحيح.
٦	لا يستخدم المكبس الهيدروليكي في زيادة الطاقة	لأنه تبعا لقانون بقاء الطاقة لا يمكن تكبير الضغط وهو يمثل الطاقة لوحدة الحجوم
٧	لا يفضل استخدام الماء فى المكبس الهيدروليكى .	لان الماء مذاب به هواء والهواء قابل للانضغاط فيستهلك جزء من الشغل لضغط الهواء فلا ينتقل الضغط بتمامه الى المكبس الكبير فتقل الفائدة الآلية .

س ✍ ما النتائج المترتبة على وجود فقاعات غازية في المكبس الهيدروليكي

جـ: أ) لا ينتقل الضغط بتمامه إلى جميع أجزاء السائل ويكون الضغط المؤثر على المكبس الكبير أقل من الضغط المؤثر على المكبس الصغير .

ب) تقل قيمة القوة المؤثرة على المكبس الكبير لأن F=PA وبالتالي تقل كفاءته في رفع الأثقال.

ملاحظات هامة

❶ إذا أتصل مكبسين هيدروليكيين معاً فإن الفائدة الآلية للمجموعة = الفائدة الآلية للأول × الفائدة الآلية للثانى .

❷ لا يطبق القانون $\frac{F}{A} = \frac{f}{a}$ إلا إذا كان المكبسين فى مستوى أفقى واحد .

❸ إذا كانت المكابس دائرية فإن : $\eta = \frac{A}{a} = \frac{\pi R^2}{\pi r^2}$

❹ المكبس الهيدروليكى ينقل الضغط بتمامه فقط ولا يزيده ولا ينقصه .

❺ عندما ينخفض المكبس الصغير الذى مساحة مقطعه (a) بتأثير قوة (f) مسافة (y_1) فإن المكبس الكبير الذى مساحة مقطعه (A) بتأثير قوة (F) مسافة (y_2) ويكون :

حجم السائل المنتقل من المكبس الكبير = حجم السائل المنتقل الى المكبس الكبير

$$A\, y_2 = a\, y_1$$

❻ كل من القوتين المؤثرتين على المكبسين تقدر بالنيوتن وتحسب من العلاقة : $f = m \times g$ و $F = M \times g$

❼ $\frac{\text{الضغط عند المكبس الكبير}}{\text{الضغط عند المكبس الصغير}} = \frac{\text{الشغل عند المكبس الكبير}}{\text{الشغل عند المكبس الصغير}} = \frac{\text{حجم السائل الهابط عند المكبس الكبير}}{\text{حجم السائل الصاعد عند المكبس الصغير}} = \frac{\text{الزمن اللازم للهبوط}}{\text{الزمن اللازم للصعود}} = ١$

وتلك النسبة لا تساوى ابدا الفائدة الالية .

أمثلة محلولة

١- مكبس هيدروليكي مساحة مقطع مكبسه الكبير $1000cm^2$ ومساحة مقطع مكبسه الصغير $25cm^2$ ما مقدار القوة التي يجب التأثير بها على المكبس الصغير لرفع جسم كتلته 1.5 Ton وما مقدار الفائدة الآلية لهذا المكبس

الحل

$$\because \frac{F}{A} = \frac{f}{a} \Rightarrow \therefore \frac{mg}{A} = \frac{f}{a} \Rightarrow \therefore \frac{1.5\times1000\times9.8}{1000} = \frac{f}{25} \Rightarrow \therefore f = 367.5N$$

$$\because \eta = \frac{A}{a} = \frac{1000}{25} = 40$$

****

٢- (مصر ٩٥) مكبس هيدروليكي قطر مكبسه الصغير 2cm وتؤثر عليه قوة مقدارها 200N وقطر مكبسه الكبير 24cm فإذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية $10m/s^2$ ، π=3.14 أوجد: ❶ الفائدة الآلية للمكبس
❷ أكبر كتلة يمكن رفعها بواسطة المكبس الكبير ❸ الضغط الواقع على كل من المكبس الكبير والمكبس الصغير

الحل

❶ الفائدة الآلية للمكبس

$$\because \eta = \frac{A}{a} = \frac{\pi R^2}{\pi r^2} \Rightarrow \therefore \eta = \frac{144\times10^{-4}}{1\times10^{-4}} = 144$$

❷ أكبر كتلة يمكن رفعها بواسطة المكبس الكبير

$$\because \eta = \frac{F}{f} = \frac{mg}{f} \Rightarrow \therefore 144 = \frac{m\times10}{200} \Rightarrow \therefore m = 2880kg$$

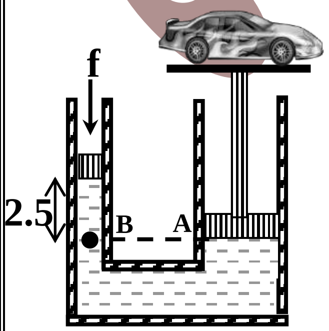
❸ الضغط الواقع على المكبسين طبقا لمبدأ باسكال فإن قيمة الضغط الواقع على المكبسين متساوية

$$\because P = \frac{f}{a} = \frac{200}{\pi r^2} = \frac{200}{3.14\times10^{-4}} = 6.369\times10^5 N/m^2$$

****

٣- إذا كانت كتلة المكبس الكبير لمكبس هيدروليكي وعليه سيارة 1500kg ومساحة مقطعه $0.2m^2$ فاحسب القوة اللازمة على المكبس الصغير الذي مساحة مقطعه $40cm^2$ ويعلو مستواه على مستوى المكبس الكبير بمقدار 2.5m إذا كان المكبس الهيدروليكي مملوء بزيت كثافته $800kg/m^3$ وهو في حالة اتزان علما بأن $g = 10m.s^{-2}$

الحل



$\because$ النقطتين A, B تقعان في مستوى أفقي واحد

$\therefore$ الضغط عند النقطة B = الضغط عند النقطة A

$$\therefore \frac{f}{a} + \rho g h = \frac{F}{A}$$

$$\Rightarrow \therefore \frac{f}{40\times10^{-4}} + 800\times10\times2.5 = \frac{1500\times10}{0.2}$$

$$\Rightarrow \therefore f = 220N$$

٤- مكبس هيدروليكي مساحتي مقطعي مكبسيه $(200 , 10)cm^2$ و علما بأن $(g = 9.8m.s^{-2})$ احسب:
أ) القوة اللازمة لرفع ثقل مقداره 1 ton بفرض عدم فقد في الطاقة
ب) الفائدة الآلية .
ج) المسافة التي يتحركها المكبس الصغير عندما يتحرك المكبس الكبير مسافة قدرها 1cm

الحل

(أ) $F = m g = 1\times10^3\times9.8 = 9800N$

(ب) $\because \frac{F}{A} = \frac{f}{a} \Rightarrow \therefore \frac{9800}{200} = \frac{f}{10} \Rightarrow \therefore f = 490N$

$\because \eta = \frac{A}{a} = \frac{200}{10} = 20$

(ج) $\because \eta = \frac{y_1}{y_2} \Rightarrow \therefore 20 = \frac{y_1}{1} \Rightarrow \therefore y_1 = 20cm$

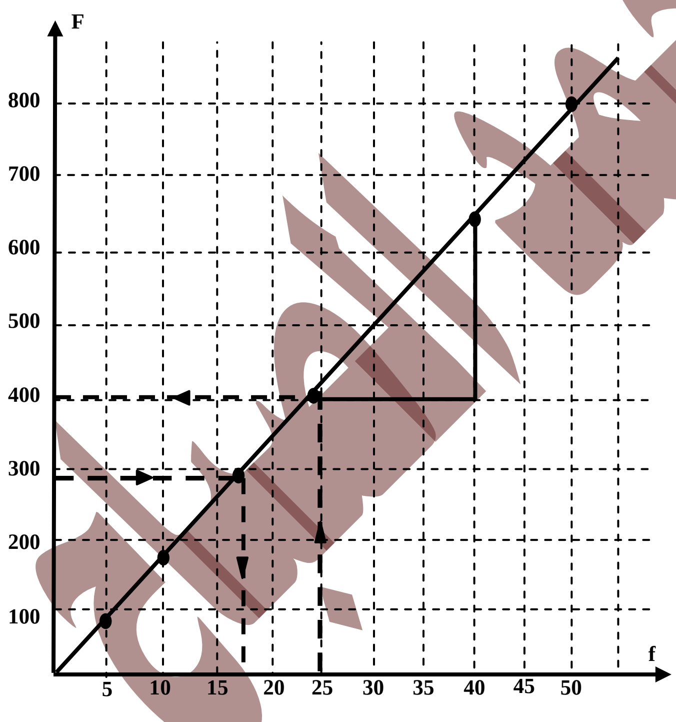
****

٥- في المكبس الهيدروليكي حصلنا على النتائج التالية قم برسمها بيانيا بحيث تكون F على المحور الرأسي و f على المحور الأفقي

f	5	10	X	25	40	50
F	80	160	280	Y	640	800

من الرسم أوجد: ❶ قيمة كل من X,Y ❷ميل الخط المستقيم وما الذي يدل عليه
❸ أكبر كتلة يمكن رفعها باستخدام قوة قدرها 20N ❹ المسافة التي يتحركها المكبس الكبير إذا تحرك المكبس الصغير 24سم ❺ نصف قطر المكبس الكبير إذا كان نصف قطر المكبس الصغير 2cm

الحل



❶ X=17.5N , Y=400N

❷ الميل يدل على الفائدة الآلية للمكبس

$\eta = slope = \frac{\Delta F}{\Delta f} = \frac{640-400}{40-25} = 16$

❸

$\because \eta = \frac{F}{f} = \frac{mg}{f} \Rightarrow \therefore 16 = \frac{m\times9.8}{20} \Rightarrow \therefore m = 32.65kg$

❹ $\because \eta = \frac{y_1}{y_2} \Rightarrow \therefore 16 = \frac{24}{y_2} \Rightarrow \therefore y_2 = 1.5cm$

❺

$\because \eta = \frac{A}{a} = \frac{\pi R^2}{\pi r^2} \Rightarrow \therefore 16 = \frac{R^2}{4}$

$\Rightarrow \therefore R^2 = 16\times4 = 64 \Rightarrow \therefore R = 8cm$

****

أسئلة وتدريبات على الفصل الثالث

س ١ : أكتب المصطلح العلمى الذى تدل عليه العبارات التالية

١- المواد التى تتميز بقدرتها على الانسياب .
٢- المواد التى تتميز بالحركة الانسيابية غير القابلة للإنضغاط .
٣- المواد التى تتميز قابليتها للانضغاط بسهولة .
٤- كتلة وحدة الحجوم من المادة .
٥- النسبة بين كتلة حجم معين من المادة الى كتلة نفس الحجم من الماء فى نفس درجة الحرارة .
٦- الحيز الموجود فوق سطح الزئبق داخل أنبوبة البارومتر الزئبقي ويكون مفرغاً إلا من قليل من بخار الزئبق .
٧- القوة المتوسطة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة .
٨- وزن عمود من السائل مساحة قاعدته $1m^2$ وارتفاعه هو البعد العمودي بين النقطة وسطح السائل .
٩- يكافئ الضغط الناشئ عن وزن عمود من الزئبق ارتفاعه 0.76m ومساحة مقطعه واحد متر مربع عند درجة صفر سيلزيوس ومساحة مقطعه واحد متر مربع عند سطح البحر .
١٠- عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس فى إناء فإن الضغط ينتقل بتمامه الى جميع أجزاء السائل كما ينتقل الى جدران الإناء المحتوى على السائل .
١١- النسبة بين مساحة المكبس الكبير الى مساحة المكبس الصغير .
١٢- النسبة بين المسافة التى يتحركها المكبس الصغير الى المسافة التى يتحركها المكبس الكبير .
١٣- كل مادة قابلة للإنسياب ولا تتخذ شكلاً محدداً .
١٤- جهاز يستخدم لقياس فرق الضغط بين ضغط غاز محبوس فى إناء والضغط الجوى .
١٥- أقصى قيمة لضغط الدم بالشريان عندما تنقبض عضلة القلب ويساوى 120Torr للإنسان العادي .
١٦- أقل قيمة لضغط الدم بالشريان عندما تنبسط عضلة القلب ويساوى 80 Torr للإنسان العادي .

س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

١- عند زيادة الضغط الى حد معين على سائل محبوس فى إناء زجاجي يمكن أن ينكسر الإناء ويفسر ذلك ....
(قاعدة أرشميدس – قاعدة باسكال – قانون الضغوط)
٢- فى المكبس الهيدروليكى تكون النسبة بين الضغط على المكبس الكبير الى الضغط على المكبس الصغير ......
(أكبر من الواحد – أقل من الواحد – تساوى الواحد – لا توجد إجابة صحيحة)
٣- فى المكبس الهيدروليكى المثالي تكون النسبة بين الشغل الناتج عن حركة المكبس الكبير الى الشغل المبذول على المكبس الصغير .... واحد
(أكبر من – أقل من – تساوى)
٤- النسبة بين إزاحة المكبس الصغير الى إزاحة الكبس الكبير فى المكبس الهيدروليكى .... الواحد الصحيح
(أكبر من – أقل من – تساوى)
٥- 1.013 بار تساوى .... تور . (7600 – 760 – 7.6 – 0.76)
٦- واحد باسكال يعادل ..... بار . (760 – 1.013 – 76 – 10^{-5})
٧- العوامل التالية تؤثر على الضغط الواقع على قاع إناء ماعدا ....
(عمق السائل فى الإناء – كثافة السائل – عجلة الجاذبية الأرضية – الضغط الجوى – مساحة قاعدة الإناء)
٨- ضغط السائل عند نقطة فى باطنه يزداد بزيادة ....
(مساحة سطح السائل – عمق النقطة – درجة حرارة السائل – جميع ما سبق)
٩- أى العوامل الآتية لا تؤثر على أرتفاع عمود الزئبق فى البارومتر ....
(كثافة الزئبق – مساحة سطح الانبوبة – الضغط الجوى – عجلة الجاذبية الارضية – درجة حرارة الزئبق)
١٠- يعتمد ضغط المياه الموجود عند قاع بحيرة السد العالى المؤثر على جسم السد على ....
(مساحة سطح المياه – طول السد – عمق المياه – كثافة مادة الحائط)

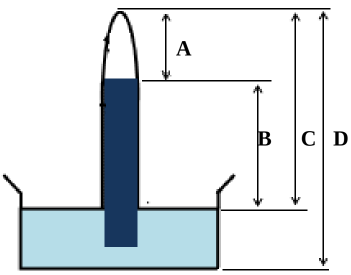
١١- 📖 إذا كانت النسبة بين نصفى قطر المكبسين الاسطوانيين فى المكبس المائي هى 2 : 9 تكون النسبة بين القوتين على المكبسين تساوى .... (4 : 18 – 4 : 81 – 81 : 4 – 9 : 2 – 2 : 9)

١٢- النسبة بين إزاحة المكبس الصغير الى إزاحة المكبس الكبير فى المكبس الهيدروليكى ...... الواحد الصحيح (أكبر من – أقل من – تساوى)

١٣- فى المكبس الهيدروليكى إذا كانت النسبة بين الضغط على المكبس الكبير الى الضغط على المكبس الصغير 1 : 1 فإن النسبة بين القوة المؤثرة على المكبس الصغير الى القوة المؤثرة على المكبس الكبير .. واحد (أكبر من – أقل من – تساوى)

١٤- يقاس الضغط عند نقطة ما بوحدة .... ($kg\ m\ s^{2}$ – $kg\ m^{-1}s^{-2}$ – $kg\ m\ s^{-2}$ – $kg\ m^{-2}\ s^{-2}$)

١٥- **<u>فى الشكل المقابل</u>**



يوضح بارومتر زئبقى ، أى الارتفاعات التالية يعبر عن قيمة الضغط الجوى ؟.........
(A – B – C – D)

١٦- يقاس الضغط عند أى نقطة فى باطن سائل بالوحدات التالية ماعدا ......
(الباسكال – البار – التور – N/m – مللى متر زئبق) .

١٧- الوحدة التى تقاس بها الكثافة هى ($N\ m^{-3}$ – $J\ m^{-2}$ – $N\ m^{-2}$ – $N\ m^{-1}$ – $kg\ m^{-3}$)

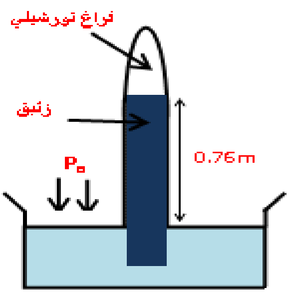
١٨- آلة ضغط هيدروليكي مساحة مقطع مكبسها الكبيرة عشرة أمثال مساحة مقطع مكبسها الصغير فإذا أثرت قوة مقدارها 100 نيوتن على المكبس الصغير فإن القوة التى تؤثر على المكبس الكبير تعادل ... نيوتن (104 / 100 / 1000 / 2000)

١٩- ✍ واحد ضغط جوى يعادل .... (10^{5} تور – 76 تور – 1.013×10^{5} تور – 760 تور)

٢٠- 📄 ✍ واحد مم زئبق يكافئ .... (واحد باسكال – واحد تور – واحد نيوتن – واحد مللى بار)

٢١- يتوقف الضغط عند نقطة فى باطن سائل غير معرض للهواء على العوامل التالية ماعدا ....
(عمق السائل – كثافة السائل - عجلة الجاذبية الارضية – الضغط الجوى) .

٢٢- **<u>فى الشكل المقابل</u>**



يؤدى .... الى نقص ارتفاع الزئبق داخل البارومتر الزئبقى .
(زيادة الزئبق فى الحوض – زيادة مساحة مقطع الانبوبة – نقل البارومتر الى قمة جبل مرتفع – استخدام انبوبة أكثر طولاً)

٢٣- تشمل الموائع على المواد ....
(السائلة فقط – الغازية فقط – الجامدة فقط – السائلة والغازية)

٢٤- يمكن تعيين أرتفاع مبنى بإستخدام ....
(المانومتر المائي – البارومتر الزئبقي – المانومتر الزئبقي – الأنبوبة ذات الشعبتين)

٢٥- لا يفضل استخدام الزئبق فى المانومتر عندما يكون فرق الضغط بين الغاز المحبوس والضغط الجوى ......
(فرقاً صغيراً – فرقاً كبيراً – فرقا صغيراً أو كبيراً جداً – لا توجد إجابة صحيحة) .

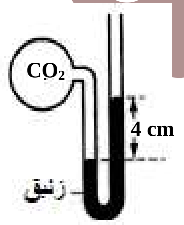
٢٦- يمكن تعيين الكثافة النسبية لسائل باستخدام ...(أنبوبة على شكل حرف U / البارومتر / المانومتر / المكبس الهيدروليكى)

٢٧- يكون ضغط الدم بالشريان فى حالة الانقباضي ...... (أقل قيمة – أقصى قيمة – تظل قيمته ثابتة لا تتغير)

يمكن تطبيق قاعدة باسكال على .... (السوائل – الجوامد – الغازات – السوائل والغازات)

تعتمد فكرة عمل المكبس الهيدروليكى على ...... (قاعدة أرشميدس – قاعدة باسكال – قانون رد الفعل – جميع ما سبق)

٢٨- ✍ **<u>فى الشكل المقابل :</u>**



إذا كان الضغط الجوى يساوى 0.76 m Hg ، فإن ضغط غاز ثانى أكسيد الكربون فى المستودع يساوى ...... تور (8000 – 800 – 80 – 8)

٢٩- من التطبيقات على قاعدة باسكال المكبس الهيدروليكى و ......
(دينامو السيارة – موتور السيارة – فرامل السيارة – إطار السيارة)

س ٣ : ما العوامل التى يتوقف عليها :-

١- كثافة المادة .   ٢- الضغط عند نقطة .   ٣- الضغط عند نقطة فى باطن سائل .

س ٤ : قارن بين كل من :-

١- الضغط الانقباضي والضغط الإنبساطي عند قياس ضغط الدم .
٢- المانومتر والبارومتر (من حيث : التركيب – السائل المستخدم – الاستخدام – تطبيقاً واحداً لكل منهما)
٣- تركيز أيونات الكبريتات فى حمض بطارية السيارة بعد استخدامها وعند إعادة شحنها .
٤- الكثافة والكثافة النسبية (من حيث : القانون المستخدم – وحدة القياس) .

س ٥ : علل لما يأتى :-

١- الكثافة خاصية مميزة للمادة .
٢- تغير الكثافة من عنصر لآخر .
٣- تتغير كثافة المادة بتغير درجة الحرارة .
٤- لا يكون للكثافة النسبية للمادة وحدات تمييز .
٥- قد تتساوى كثافة المادة مع كثافتها النسبية .
٦- يمكن تشخيص بعض الامراض بقياس كثافة البول .
٧- تبنى خزانات المياه فى أعلى مكان فى المدينة .
٨- تبنى السدود بحيث تكون اكثر سمكاً عند القاعدة
٩- تستخدم إطارات عريضة فى سيارات النقل الثقيل .
١٠- أبر الخياطة لها أسنن مدببة
١١- يحفظ الزئبق فى أواني سميكة الجدران .
١٢- تخضع السوائل لقاعدة باسكال .
١٣- لا يمكن تطبيق قاعدة باسكال على الغازات .
١٤- اختلاف الضغط الجوى بتغير درجة الحرارة .
١٥- لا يشعر الإنسان بالضغط الجوى .
١٦- لا يفضل استخدام الماء فى المكبس الهيدروليكى .
١٧- يستخدم المكبس الهيدروليكى كمكبر للقوة .
١٨- يفضل استخدام الزئبق كمادة بارومتريه بدلاً من الماء
١٩- لا يستخدم المكبس الهيدروليكى فى مضاعفة الطاقة .
٢٠- لا تصل كفاءة أى مكبس هيدروليكي الى 100%.
٢١- يراعى أن يكون الزيت فى المكبس الهيدروليكى خالياً من الفقاعات .
٢٢- يمكن الاستدلال على مدى شحن البطارية بقياس كثافة المحلول الإلكتروليتي بها .
٢٣- تقل كثافة المحلول الإلكتروليتي (حمض الكبريتيك المخفف) أثناء تفريغ البطارية .
٢٤- يمكن الكشف عن حالات الاصابة بالأنيميا عن طريق كثافة الدم .
٢٥- يكون مستوى سطح الماء ثابتاً فى المحيطات والبحار المفتوحة .
٢٦- يتساوى ارتفاع السائل فى فرعى الأنبوبة ذات الشعبتين مهما اختلف قطراهما .
٢٧- الضغط الناتج عن كعب حذاء مدبب لفتاة أكبر من الضغط الناتج عن قدم فيل على الارض .
٢٨- يفضل استخدام المانومتر المائي بدلاً من المانومتر الزئبقي لقياس فرق ضغط صغير .
٢٩- يفضل استخدام المانومتر الزئبقي لقياس فرق ضغط كبير .
٣٠- من الخطورة قيادة السيارة والإطار ممتلئ بالهواء تحت ضغط منخفض .
٣١- عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس فى إناء فإن الضغط ينتقل بتمامه الى جميع أجزاء السائل .
٣٢- اختلاف الضغط الجوى باختلاف الارتفاع عن سطح البحر .
٣٣- لا يتأثر أرتفاع الزئبق داخل البارومتر بمساحة مقطع الأنبوبة .
٣٤- أنبوبة بارومتريه مملوءة بالزئبق وتنكس عمودياً فى حوض به زئبق و لا يوجد بها فراغ تورشيللي .
٣٥- يحدث نزيف من الأنف و الأطراف عادة عند التواجد فى ارتفاعات عالية جداً .
٣٦- فى المكبس الهيدروليكى تكون الفائدة الآلية دائماً أكبر من الواحد الصحيح .
٣٧- فى المكبس الهيدروليكى يمكن رفع أثقال كبيرة بوضع أثقال صغيرة على المكبس الصغير .

س ٦ : أذكر الأساس العلمى الذى بنى عليه عمل كل مما يأتى:-

١- المكبس الهيدروليكى
٢- فرامل السيارات .
٣- المانومتر.
٤- الانبوبة ذات الشعبتين .
٥- الأواني المستطرقة .
٦- البارومتر الزئبقي .
٧- قياس ضغط الدم
٨- قياس ضغط الهواء داخل إطار سيارة .
٩- الاستدلال على مدى شحن البطارية .
١٠- تشخيص زيادة نسبة الأملاح فى البول .

س ٧ : ماذا نعنى بقولنا أن :-

١- كثافة الماء = 10^3 kg/m^3
٢- الضغط عند نقطة 100 N/m^2 .
٣- الوزن النوعى للألومنيوم = 2.7
٤- الضغط عند نقطة فى باطن سائل 200N/m^2 .
٥- الضغط الجوى = 76 cm Hg
٦- الضغط الجوى = 1.013×10^5 N/m^2
٧- الضغط الجوى = 1.013×10^5 Pascal
٨- الضغط الجوى على سطح البحر 1.013 Bar
٩- ضغط غاز محبوس = 3 ضغط جوى
١٠- الفائدة الألية لمكبس هيدروليكي 200
١١- فرق الضغط فى إطار سيارة = 5 ض جو .
١٢- الضغط الانقباضي 120 Torr
١٣- فرق ضغط غاز محبوس 30 cm Hg .
١٤- الضغط الإنبساطي 80 Torr.
١٥- ضغط الدم للإنسان العادي 120/80 .
١٦- النسبة بين مساحة المكبس الكبير الى مساحة المكبس الصغير فى المكبس الهيدروليكى = 500 .
١٧- القوة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات من سطح ما = 5×10^5 N .

س ٨ : ماذا يحدث لكل مما يأتى مع ذكر السبب:-

١- القوة المؤثرة على قمرة غواصة عندما يزداد عمق الغواصة تحت سطح الماء .
٢- ارتفاع عمود الزئبق فى أنبوبة بارومترية عندما نرتفع بالبارومتر الى قمة جبل .
٣- ارتفاع عمود الزئبق فى أنبوبة بارومتر زئبقي عندما تزداد مساحة مقطعها .
٤- الفرق بين سطحى السائل فى فرعى أنبوبة مانومترية عندما تقل كثافة السائل .

س ٩ : أذكر استخداما واحدا (أو تطبيقا واحدا) لكل من :-

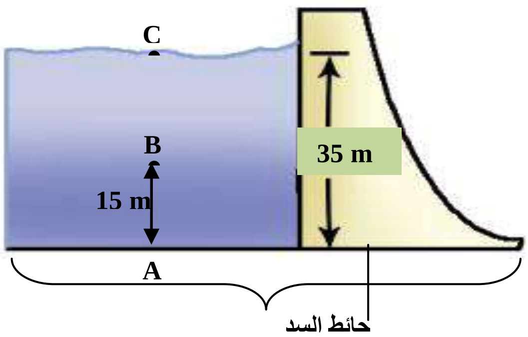
١- الكثافة .
٢- الضغط
٣- الضغط عند نقطة فى باطن سائل .
٤- الانبوبة ذات الشعبتين .
٥- البارومتر الزئبقى
٦- المانومتر .
٧- قاعدة باسكال

س ١٠ : أذكر الكميات الفيزيائية التى تقاس بالوحدات الآتية ، واستخرج الوحدات المتكافئة :-

(أ) Kg/m^3	(ب) J/m^3	(جـ) pascal
(د) mm Hg	(هـ) Kg/m.s^2	(و) torr
(ز) atm	(ح) N/m^2	(ط) bar

س ١١ : أسئلة متنوعة :-

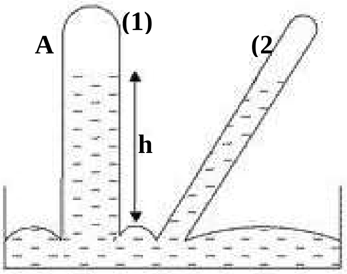
١- أثبت أن الضغط P عند أى نقطة فى باطن سائل على عمق h يتعين من العلاقة : $P = P_a + \rho g h$.
٢- صف المانومتر و أشرح طريقة عمله فى قياس ضغط غاز فى مستودع .
٣- ما المقصود بقاعدة باسكال ؟ أشرح أحد تطبيقاتها .
٤- **الشكل المقابل يمثل قطاع طولى فى أحد السدود :**



(أ) ما قيمة ضغط الماء عند النقاط A , B , C ؟
(ب) لماذا يبنى حائط السد بهذا الشكل ؟
(علماً بأن $g = 10$ m/s^2 , $\rho = 1000$ kg/m^3)

٥- **أكتب العلاقة الرياضية الى تربط بين كل مما يأتى ، ثم عبر عن كل علاقة برسم بيانى :**
(أ) الضغط عند نقطة فى باطن سائل معرض للهواء والبعد عن سطح السائل .
(ب) الضغط عند نقطة فى باطن سائل فى إناء مغلق والبعد عن سطح السائل .
(ت) القوة المؤثرة على سطح (F) ومساحة السطح (A) .

٦- الشكل المقابل يوضح بارومتر زئبقى :



(أ) أذكر أسم الجزء (A) .
(ب)كم يكون ارتفاع الزئبق الرأسى فى الأنبوبة (2) ؟
(ت)ما سبب اختلاف حجم الجزء A فى الأنبوبتين ؟
(ث)أحسب قيمة الضغط الجوى بوحدات الباسكال إذا كان ارتفاع الزئبق (h) داخل الانبوبة 0.76 m (علماً بأن كثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$ ، $g = 10\ m/s^2$)

٧- متى يصبح
أ- الضغط عند نقطة فى باطن سائل موضوع فى إناء نهاية عظمى ؟
ب- فرق الضغط بين نقطتين فى باطن سائل = صفر .
جـ- فرق ارتفاعى مستوى سطحى السائل فى فرعى المانومتر = صفر .

٨- كيف يمكنك تعيين الكثافة النسبية لزيت الطعام عملياً ؟ مع التوضيح بالرسم .

٩- كيف يمكن استخدام الانبوبة ذات الشعبتين فى تعيين كثافة الماء بمعلومية كثافة الزيت عملياً ؟ استنتج القانون المستخدم .

١٠- اشرح مع الرسم احدى التطبيقات على قاعدة باسكال ثم أذكر :- فكرة العمل – الاستخدام – القانون المستخدم .

١١- أثناء الاعصار يكون ضغط الهواء 80 كيلو باسكال حيث الضغط الجوى المعتاد 100 كيلو باسكال فإذا مر هذا الإعصار فجأة بمنزل الضغط داخله يساوى الضغط الجوى المعتاد :
- ما سبب تدمير جدران المنزل ؟
- احسب القوة المؤثرة على مساحة 12 م × 3 م من حائط المنزل .
- هل يتم تدمير المنزل بطريقة أقل اذا كانت النوافذ و الأبواب مفتوحة ؟ ولماذا ؟

١٢- **ضع علامة (< أو > أو =) فى الأماكن الخالية :** فى المكبس الهيدروليكى يكون :
- الضغط المؤثر على المكبس الصغير .... الضغط الناتج عن المكبس الكبير .
- القوة المؤثرة على المكبس الصغير .... القوة الناتجة عن المكبس الكبير .
- حجم السائل المتحرك عند المكبس الصغير .... حجم السائل المتحرك عند المكبس الكبير
- الشغل المبذول على المكبس الصغير .... الشغل الناتج من المكبس الكبير .

س ١٢-١ : مسائل الكثافة والكثافة النسبية :

استخدم الثوابت الآتية عند الحاجة اليها

($P_a = 1.013\times 10^5$ Pascal , $\rho_{ماء} = 1000 kg/m^3$, $\rho_{زئبق} = 13600 kg/m^3$, $g = 9.8 m/s^2$)

١- أحسب الكثافة و الكثافة النسبية للألومنيوم إذا كانت كتلة منه حجمها $0.1 m^3$ هى 270 kg . **[2700 kg/m^3 , 2.7]**

****

٢- إذا كان سعر جرام الذهب 200 جنيه ، فما طول ضلع مكعب من الذهب سعره مليون جنيه ؟ علماً بأن كثافة الذهب $19\times10^3\ kg/m^3$ **[0.064 m]**

****

٣- خزان سعته 60 liter كتلته فارغاً 10 kg ، كم تكون كتلته إذا ملئ ببنزين كثافته النسبية 0.72 **[53.2 kg]**

****

٤ - الجدول التالي يوضح العلاقة بين كتلة قطع من النحاس وحجمها

m(kg)	89	178	356	445
V_{ol} (m^3)	0.01	0.02	0.04	0.05

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين الكتلة (m)على المحور الرأسي ، والحجم (V_{ol}) على المحور الأفقي
(ب) من الرسم أوجد كثافة النحاس **[8900 kg/m^3]**

****

٥- سائلين a و b الكثافة النسبية لهما على الترتيب 1.6 , 1.2 احسب الحجم اللازم من كل منهما للحصول على خليط حجمه 15 لتر وكثافته النسبية 1.4 . **[7.5 liter from a , 7.5 liter from b]**

س ١٢-٢ : الضغط :

٦- 📖 حوض أسماك مساحة قاعدته $1000cm^2$ وكان الحوض يحتوى على ماء وزنه 4000N أحسب ضغط الماء على قاع الحوض . **[4×10^4 N/m^2]**

****

٧- إذا أثرت قوة 15N على سطح مساحته 2 cm^2 بحيث يصنع اتجاه القوة زاوية مقدارها 30^0 مع العمودى على السطح ، أحسب الضغط المؤثر على السطح . **[64952 N/m^2]**

****

٨- متوازى مستطيلات صلب ابعاده cm (8 , 5, 4) , وكتلته 1.25 kg إذا وضع على سطح مستوى فاحسب كثافة مادته وأقصى ضغط واقل ضغط له . **[7812.5 kg/m^3 – 6125 N/m^2 – 3062.5 N/m^2]**

****

٩- خزان مياه مساحة قاعدته $0.4m^2$ وعمقه 100cm ملئ بالماء أحسب كلا من الضغط الكلى والقوة المؤثرة على قاع الخزان إذا كان الضغط الجوى = $1.013\times10^5N/m^2$. **[111100 N/m^2 , 44440 N]**

****

١٠- أحسب الضغط الذى يتعرض له غواص يغوص فى ماء البحر الى أقصى مسافة له والتى تبلغ 50m تحت سطح البحر إذا كانت كثافة ماء البحر $1030kg/m^3$ إذا كان الضغط الجوى = $1.013\times10^5N/m^2$ ، g = 9.8 m/s^2 . **[606000 N]**

****

١١- بحيرة صناعية ابعادها (10 , 20 ,50)m ملئت تماماً بالماء فإذا علمت ان الضغط الجوى 76 cm Hg وكثافة الماء $1000kg/m^3$ وكثافة الزئبق $13600kg/m^3$ وعجلة الجاذبية الارضية $9.8m/s^2$ احسب ضغط الماء عن نقطة من قاع البحيرة والقوة الضاغطة الكلية على قاع البحيرة . **[591300 N/m^2 , 1.18×10^8 N]**

****

١٢- بحيرة تقع أمام سد مائى وعمق الماء فيها 15m ، g = 9.8 m/s^2 أحسب ضغط الماء على قاعدة السد وضغط الماء على مستوى أفقى يبعد 5m عن القاع . إذا كانت كثافة الماء $1000kg/m^3$ وكان الضغط الجوى = $1.013\times10^5N/m^2$، g = 9.8 m/s^2 . **[248300 , أجب بنفسك]**

****

١٣- انبوبة اختبار رأسية بها 2cm زيت كثافته $0.8gm/cm^3$ تطفو فوق 8cm ماء أحسب الضغط على قاع الأنبوبة بفعل السوائل فقط . **[940.8 N/m^2]**

****

١٤- إناء أسطوانى قطر قاعدته 8m به زيت ارتفاعه 1.5m وكثافته 920 kg/m^3 والضغط الجوى يعادل 76cm Hg وكثافة الزئبق $13600kg/m^3$ ، g =9.8m/s^2 احسب ضغط الزيت على قاع الإناء والضغط الكلى على قاع الإناء والقوة الضاغطة الكلية على قاع الاناء . **[72128 N/m^2 , 173428 N/m^2 , 8713022.72 N]**

****

١٥- 📖 إذا كان الضغط الجوى عند سطح الماء فى بحيرة هو واحد ضغط جوى فما عمق البحيرة إذا كان الضغط عند قاعها 3Atm إذا كان الضغط الجوى = $1.013\times10^5N/m^2$ و g = 10 m/s^2 . **[20.26 m]**

****

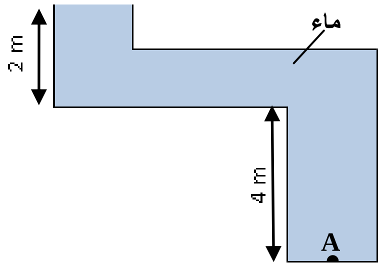
١٦- قاعدة أناء على شكل متوازى مستطيلات أبعادها 18cm,10cm صب به ماء الى أرتفاع 4cm كم يكون ضغط الماء على القاعدة وكم تكون القوة الكلية المؤثرة على القاعدة . إذا كان الضغط الجوى = $1.013\times10^5N/m^2$ و g = 10 m/s^2 . **[400 N/m^2 , 1830,6 N]**

****

١٧- حوض عمقه متر ونصف وضع به ماء ارتفاع متر واحد ثم أضيف اليه زئبق كثافته $13600kg/m^3$ حتى امتلأ الحوض تماماً اوجد فرق الضغط عند نقطة أعلى سطح الزئبق والاخرى عند قاعدته أسفل سطح الماء . $g=10m/s^2$

****

١٨- إذا كان فرق ضغط المياه عند الطابق الأرضى 3.4 ضغط جوى . فما أقصى ارتفاع يمكن أن تصل اليه المياه فى المبنى ؟ . **[35.145 m]** .



١٧- من الشكل المقابل احسب :
الضغط الكلى عند النقطة A
[1.6×10^5 N/m^2]

****

١٨- إذا كانت كثافة ماء البحر 1030 kg/m^3 ، أحسب :
أ- ضغط الماء فقط عند نقطة على عمق 50 m من سطح البحر .
ب- الضغط الكلى المؤثر على نفس العمق .
ت- العمق الذى يجعل ضغط الماء يساوى 92 كيلو باسكال . [504700 N/m^2 – 606000 N/m^2 – 9.1 m]

****

١٩- ✍ إناء أسطواني مساحة قاعدته 2m^2 صب فيه ماء الى أرتفاع 0.8m وأضيف إليه زيت حتى صار أرتفاع الزيت عن قاعدة الإناء 2m أحسب الضغط الناشئ عن السائلين المؤثر على قاعدة الأناء وكذلك القوة المؤثرة على قاعدته علماً بأن الكثافة النسبية للزيت 0.8 وكثافة الماء 1000 kg/m^3 ، g = 9.8 m/s^2 . [17248 N/m^2 , 34496 N]

****

١٩- غواصة تغوص فى البحر الى عمق 40m حفظ الضغط داخلها عند الضغط الجوى ,إذا كان قطر باب قمرتها 8cm وكثافة ماء البحر 1030kg/m^3 .اوجد الضغط الكلى المؤثر على باب قمرتها والقوة الكلية المؤثرة على باب قمرتها . [403760 N/m2 , 203033.6 N]

****

٢١- غواصة مصممة بحيث تتحمل ضغطاً لا يزيد عن 12 ضغط جوى أوجد أقصى عمق يمكن أن تغوص اليه فى الماء دون أن تتجاوز هذا الحد . ثم اوجد القوة المؤثرة على باب قمرتها عند هذا العمق إذا كانت أبعاده 70×40cm علماً بأن كثافة الماء 1000 kg/m^3 و كثافة الزئبق 13600 kg/m^3 والضغط الجوى يعادل 76 سم زئبق . [3.4069×10^5 N , 124.1585 m]

****

٢٢- منزل مكون من 6 طوابق ارتفاع الطابق الواحد 3m وفوق المنزل خزان ماء مغلق وفى كل طابق صنبور على ارتفاع 0.5m من أرضية الطابق فإذا كان الضغط الواقع على صنبور مياه الطابق الرابع 112.7×10^3 N/m^2 احسب ارتفاع الماء فى الخزان ، والضغط الواقع على صنبور مياه الطابق الأول [3m , 200.9×10^3 N/m^2]

****

٢٣- ✍ طبقة من الماء سمكها 50 cm تستقر فوق طبقة من الزئبق سمكها 20cm ما الفرق فى الضغط بين نقطتين إحداهما عند السطح الفاصل بين الماء والزئبق و الأخرى عند قاع طبقة الزئبق (g = 10 m/s^2) [27200 N/m^2]

س ١٢-٣ : الأنبوبة ذات الشعبتين :

٢٤- أنبوبة على شكل حرف U بها ماء ، صب زيت فى أحد الفرعين فكان فرق الارتفاع بين سطحى الماء فى الفرعين 19 cm ، أوجد ارتفاع الزيت إذا كانت كثافة الزيت 800 kg/m^3 [23.75 cm]

****

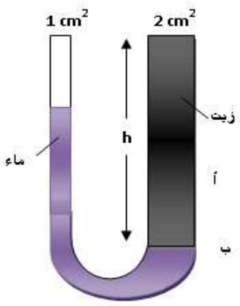
٢٥- أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع ارتفاعها الرأسى 30 cm مملوء بالماء الى منتصفها ، صب زيت فى أحد الفرعين حتى حافته ، أحسب ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل إذا كانت كثافة الزيت 800 kg/m^3 [20 cm]

****

٢٦- أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطع أحد فرعيها ثلاثة امثال الفرع الآخر وضع بها كمية مناسبة من الماء ثم صب زيت كثافته النسبية 0.8 فى الفرع المتسع فانخفض سطح الماء فيه بمقدار 1 cm ، اوجد ارتفاع عمود الزيت . [5 cm]

****

٢٧- فى الشكل المقابل
أنبوبة ذات شعبتين بها ماء صب زيت فى الفرع المتسع فانخفض سطح الماء فيه من أ الى ب بمقدار 2.4 cm احسب ارتفاع الزيت وكتلته (علماً بأن الكثافة النسبية للزيت 0.8)
[9 cm , 0.0144 kg]



٢٨- انبوبة ذات شعبتين مساحة مقطعيها $4cm^2,2cm^2$ على الترتيب صب فيها زئبق ثم صب ماء فى الفرع المتسع فأنخفض سطح الزئبق بمقدار 0.5cm احسب ارتفاع عمود الماء علما بأن $\rho_{زئبق}=13600kg/m^3$. **[20.4 cm]**

س ١٢-٤ : البارومتر الزئبقى :

٢٩- بارومتر يقرأ 76 cm Hg عند اسفل مبنى ويقرأ 71cm Hg عند أعلى نقطة فى المبنى احسب أرتفاع المبنى علماً بان $\rho_{زئبق}=13600kg/m^3$ و $\rho_{هواء}=1.3\ kg/m^3$ **[523 m]**

****

٣٠- ✍ يحمل رجل بارومتر زئبقى كانت قراءته 74cm Hg عند أعلى نقطة فى مبنى ارتفاعه 200 m فكم تكون قراءته عند سطح الارض أذا علمت أن متوسط كثافة الهواء $1.3\ kg/m^3$. **[75.9 cm Hg]**

س ١٢-٥ : المانومتر :

٣١- ✍ استخدم مانومتر زئبقي لقياس ضغط غاز داخل مستودع فكان سطح الزئبق فى الفرع الخالص منخفضاً عن سطحه فى الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 20cm ما قيمة ضغط الغاز المحبوس بوحدات cm Hg , bar علماً بأن : (Pa = 76 cm Hg) **[56 cm Hg , 0.7464 bar]**

****

٣٢- مانومتر يقرأ فرق ضغط يساوى 0.02 ضغط جوى ، أحسب ضغط الغاز الحبوس بوحدات : الضغط الجوى ، النيوتن / م٢ ، التور (علماً بأن P_a = 76 cm Hg) **[1.02 atm , 1.033×10^5 N/m^2 , 775.2 torr]**

****

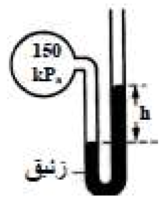
٣٣- ✍ مانومتر زئبقى يتصل بمستودع به غاز محبوس ضغطه أكبر من الضغط الجوى بمقدار 0.03 atm ، احسب ضغط الغاز المحبوس بوحدات : بار ، سم زئبق .(علماً بأن الضغط الجوى 10^5 N/m^2) **[1.03 bar , 77.28 cm Hg]**

****

٣٤- أحسب الضغط الناشئ عن غاز عند توصيله بمانومتر إذا كان سطح الزئبق فى الفرع الخالص للمانومتر أعلى منه فى الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 3 cm . **[1.053 × 10^5 N/m^2]**

****

٣٥- فى الشكل المقابل :
إذا كان الضغط الجوى 100 kpa
احسب الارتفاع h
[0.38 m]



س ١٢-٦ : قاعدة باسكال " المكبس الهيدروليكى " :

٣٦- وضعت كتلة قدرها 1 kg على المكبس الصغير فى مكبس هيدروليكى فأوجد القوة الممكن رفعها على المكبس الكبير إذا كان نصفا قطرى المكبسين 2cm,500cm على الترتيب علماً بأن $g = 10\ m.s^{-2}$ **[62.5 × 10^4 N]**

****

٣٧- المكبسان الصغير والكبير فى مكبس هيدروليكي مساحتهما $50cm^2$, $2cm^2$ على الترتيب أحسب الفائدة الآلية للمكبس والقوة اللازمة لرفع واحد طن والمسافة التى يتحركها المكبس الصغير ليتحرك المكبس الكبير 2cm .
[25 , 392 N , 0.5 m]

****

٣٨- استخدمت مضخة هيدروليكية لرفع سيارة كتلتها 2000 kg فإذا كانت مساحة مقطع مكبسها الصغير = 10 cm^2 والقوة المؤثرة عليه = 218 N ، فأحسب نصف قطر مقطع مكبسها الكبير . **[0,1692 m , 16.92cm]**

****

٣٩- فى محطة خدمة لغسيل السيارات كان نصف قطر المكبس الكبير 10 cm ونصف قطر المكبس الصغير 1 cm ، فإذا أثرت قوة 200N على المكبس الصغير ، فأحسب أكبر كتلة يمكن رفعها . ثم أحسب الضغط اللازم لرفع هذه الكتلة .
[2040 kg , 6.4×10^5 N/m^2]

٤٠- مكبس مائي مساحة مكبسه الصغير $4cm^2$ تؤثر عليه قوة 200N ومساحة مكبسه الكبير $1200cm^2$ فإذا علمت أن $g = 10\ m/s^2$ أحسب :- القوة التى تعمل على رفع أكبر كتلة بواسطة المكبس الكبير ،أكبر كتلة يمكن رفعها بواسطة المكبس الكبير .الفائدة الآلية للمكبس . المسافة التى يتحركها المكبس الصغير الى اسفل ليتحرك المكبس الكبير 5 cm الى أعلى .
[60000 N , 6000 kg , 300 , 15 m]

****

٤١- مكبس هيدروليكى قطر مكبسه الصغير 10cm وتؤثر عليه قوة مقدارها 800N وقطر مكبسه الكبير 100cm (عجلة الجاذبية $10m/s^2$) اوجد اكبر كتلة يمكن ان يرفعها المكبس الكبير والضغط الواقع على المكبس الكبير والمكبس الصغير .
[8000 kg , $1.019\times10^5\ N/m^2$]

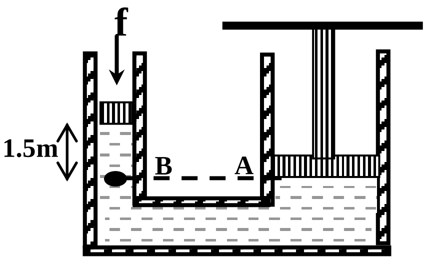
****

٤٢- فى محطة غسيل قطر أنبوبة الهواء المضغوط فى آله الرفع الهيدروليكى 2 cm وقطر المكبس الكبير 32 cm ، احسب ضغط الهواء اللازم لرفع سيارة كتلتها 1800 kg (عجلة الجاذبية) $10m/s^2$
[$2.237\times10^5\ N/m^2$]

****

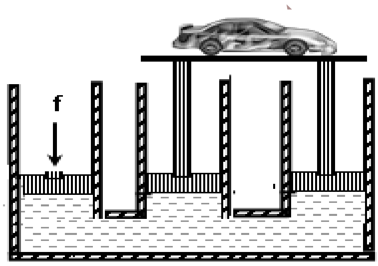
٤٣- النسبة بين قطرى المكبسين الكبير والصغير لمكبس هيدروليكى 1:20 أثرت على المكبس الصغير قوة 50N احسب : الفائدة الآلية للمكبس الهيدروليكى ، اكبر كتلة يمكن رفعها على المكبس الكبير (عجلة الجاذبية) $10m/s^2$ ، المسافة التى يتحركها المكبس الصغير اذا تحرك المكبس الكبير 1 cm
[400 , 2000 kg , 400 cm]

****



٤٤- في المكبس الهيدروليكي الموضح بالشكل إذا كانت كتلة المكبس الكبير = 650kg ومساحة مقطعه $0.1m^2$ ومساحة مقطع المكبس الصغير = $15cm^2$ وكتلته مهملة وكان المكبس مملوء بزيت كثافته النسبية 0.8 فاحسب قيمة القوة (f) اللازمة لحدوث الاتزان علما بأن كثافة الماء = 1000 كجم/م٣ ، عجلة الجاذبية الأرضية $9.8m/s^2$.
[77.91 N]

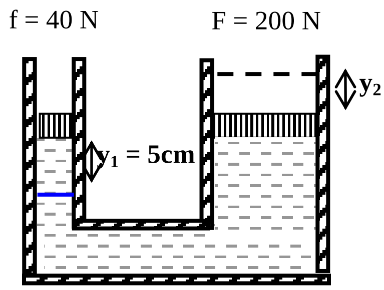
****



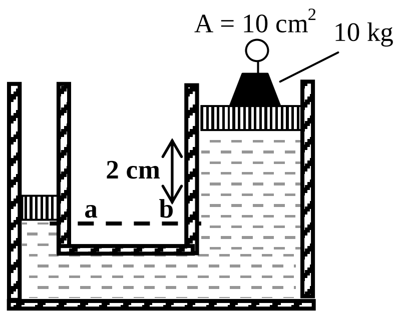
٤٥- مكبسان لرفع سيارة كتلتها 3 طن مساحة مقطع كل منهما $0.1\ m^2$ متصلين بمكبس ثالث تؤثر عليه قوة 200 N ، احسب مساحة مقطع المكبس الصغير (عجلة الجاذبية) $10m/s^2$
[$1.3\times10^{-3}\ m^2$]

****

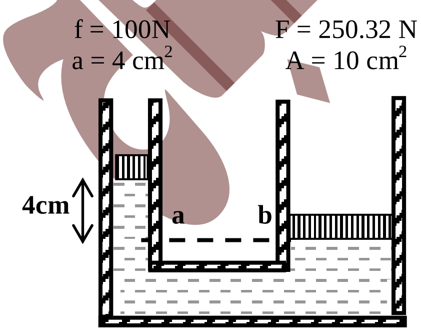
٤٦- أدرس الاشكال الآتية ثم أجب عن الاسئلة أسفل كل شكل :



أوجد المسافة التى يتحركها المكبس الكبير لأعلى



أوجد الضغط على المكبس الصغير
$\rho_L = 900\ kg/m^3$, $g = 10\ m/s^2$



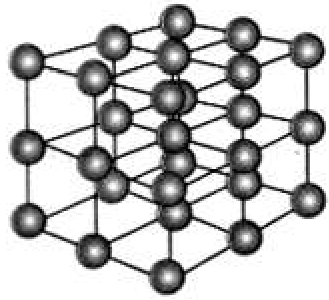
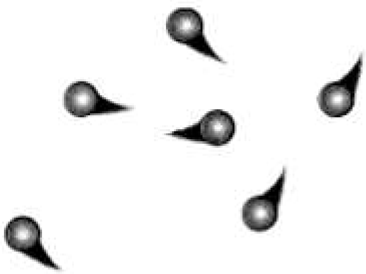
أوجد كثافة السائل ، $g = 10\ m/s^2$

[1 cm , 100180N/m^2 , 800 kg/m^3]

الفصل الخامس

قوانين الغازات

◈ تتحرك جزيئات أى مادة حركة مستمرة ويختلف نوع هذه الحركة باختلاف حالة المادة ، **فنجد أن :**

جزيئات المواد الصلبة	جزيئات المواد السائلة	جزيئات المواد الغازية
تتحرك حركة تذبذبية (اهتزازية) فقط	تتحرك حركة إنتقالية وتذبذبية	تتحرك حركة إنتقالية عشوائية
		

خصائص المواد الغازية

❶ تتحرك جزيئات أى غاز حركة عشوائية مستمرة تسمى الحركة البراونية نسبة الى مكتشفها العالم براون .

الحركة البراونية

" مجموعة حركات عشوائية لجزيئات المائع (سائل أو غاز) في جميع الاتجاهات لمسافات قصيرة "

❷ توجد مسافات فاصلة بين الجزيئات تُسمى المسافات الجزيئية (البينية)

براون (عالم نبات إسكتلندى)
اكتشف عام ١٨٢٧م أن حبوب اللقاح المعلقة فى الماء تكون دائما ً فى حالة حركة عشوائية

❸ الغازات قابلة للانضغاط

وفيما يلى سنتناول هذه الخصائص بشيء من التفصيل :-

١- الحركة البراونية

◈ إذا فحصنا دخانا ً متصاعدا ً من شمعة بواسطة ميكروسكوب .

نلاحظ أن :

دقائق الكربون تتحرك في جميع الاتجاهات بطريقة عشوائية

التفسير:

❶ تتحرك جزيئات الهواء بسرعات مختلفة فى جميع الاتجاهات بطريقة عشوائية .
❷ تصطدم جزيئات الهواء مع بعضها كما تتصادم مع دقائق الكربون المكونة للدخان .
❸ عندما يكون عدد التصادمات مع أحد جوانب دقيقة الكربون في لحظة معينة أكبر من عدد التصادمات مع الجانب المقابل ، فإن دقيقة الكربون تتحرك في اتجاه معين لمسافات قصيرة وتكرر هذه الحركة ولكن فى اتجاهات أخرى .

وذلك لان :

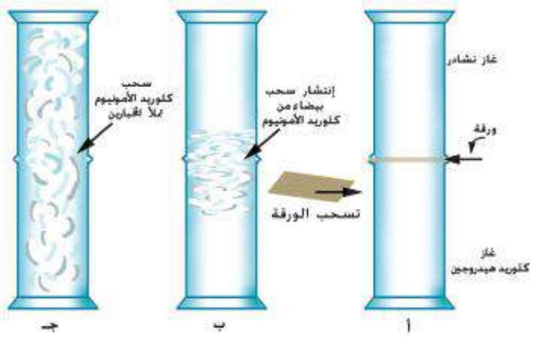
جزيئات الغاز حرة الحركة ودائمة التصادم وبالتالى اتجاه حركتها عشوائيا ً بفعل الحرارة .

الاستنتاج :

جزيئات الغاز فى حالة حركة عشوائية مستمرة وأثناء حركتها تتصادم مع بعضها البعض ، كما تتصادم مع جدران الاناء الذى يحتويها .

٢- المسافات الجزيئية (البينية)

◆ يمكن إثبات وجود مسافات جزيئية بين جزيئات من خلال التجربة التالية :



تـجـربـة

الخطوات :

❶ احضر مخبارين أحدهما مملوء بغاز النشادر (الأقل كثافة) والآخر مملوء بغاز كلوريد الهيدروجين (الأكبر كثافة) ومغطى بورقة .
❷ نكس المخبار الأول فوق المخبار الثانى ثم اسحب الورقة .

الملاحظة :

تكون سحابة بيضاء من كلوريد الأمونيوم تأخذ في النمو والانتشار حتى تملأ كل حيز المخبارين .

التفسير :

❶ تنتشر جزيئات غاز كلوريد الهيدروجين الى أعلى متخللة المسافات الفاصلة بين جزيئات النشادر على الرغم من أن كثافة غاز كلوريد الهيدروجين أكبر من كثافة غاز النشادر ، وتتحد جزيئات الغازين معاً مكونة غاز كلوريد الأمونيوم الذى تنتشر جزيئاته لتملأ المخبار العلوى .
❷ تنتشر جزيئات غاز النشادر الى أسفل خلال المسافات الفاصلة بين جزيئات غاز كلوريد الهيدروجين ، وتتحد جزيئات الغازين معاً مكونة غاز كلوريد الأمونيوم الذى تنتشر جزيئاته لتملأ المخبار السفلى .

الاستنتاج :

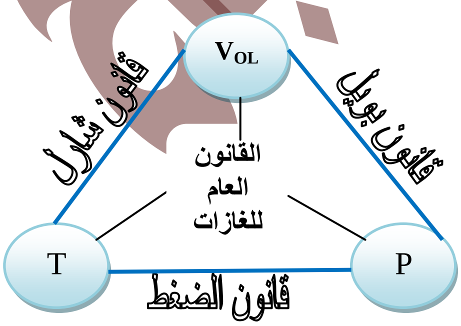
توجد بين جزيئات الغاز مسافات بينية فاصلة كبيرة نسبياً تُعرف بالمسافات الجزيئية (البينية)

٣- قابلية الغازات للانضغاط

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	الغازات قابلة للانضغاط	لأن جزيئات الغاز بينها مسافات فاصلة كبيرة نسبياً تسمح بتقارب الجزيئات عند تعرضها للضغط .
٢	تجارب قياس التمدد الحرارى لغاز معقدة	لأن حجم الغاز يمكن أن يتغير بتغير الضغط أو درجة الحرارة أو كليهما .
٣	لا تظهر صعوبة فى تجارب قياس التمدد الحرارى فى حالة الجوامد والسوائل .	لأن قابليتها للانضغاط صغيرة جداً ويمكن إهمالها .
٤	زيادة حجم غاز يسبب نقصاً فى ضغطه بفرض ثبوت درجة الحرارة .	لأن زيادة الحجم معناها زيادة الحيز الذى تتحرك فيه الجزيئات فيقل معدل تصادم الجزيئات مع جدران الاناء فيقل الضغط .

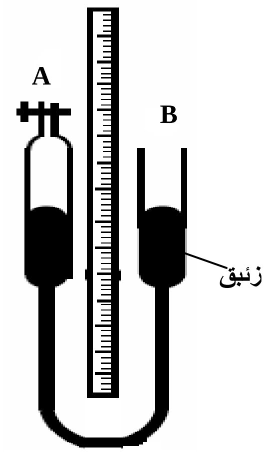
قوانين الغازات

(١) قانون بويل	يعبر عن العلاقة بين حجم الغاز وضغطه عند ثبوت درجة الحرارة .
(٢) قانون شارل	يعبر عن العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الضغط .
(٣) قانون الضغط (قانون جولى)	يعبر عن العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الحجم .
(٤) القانون العام للغازات	يعبر عن العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه ودرجة حرارته .



اولا : قانون بويل

◈ عند ثبوت درجة حرارة غاز فإن حجم الغاز يتغير بتغير ضغطه ، وتوضح التجربة التالية العلاقة بين حجم مقدار معين من غاز وضغطه عند ثبوت درجة الحرارة .



جهاز بويل

تجربة

الغرض منها

- تحقيق قانون بويل .
- توضيح العلاقة بين حجم غاز مضغوط وضغطه عند ثبوت درجة الحرارة .

تركيب جهاز بويل

❶ أنبوبة زجاجية A منتظمة المقطع مدرجة (يبدأ تدريجها من اعلي) و بها صنبور من أعلي ، تتصل بواسطة أنبوبة من المطاط بأنبوبة زجاجية أخرى B مفتوحة من أعلي .
❷ الأنبوبة A مثبتة على حامل عليه مسطرة مدرجة ، والأنبوبة B قابلة للحركة لأعلي و لأسفل ويمكن تثبيتها عند أى وضع .
❸ تحتوى الأنبوبتان A ، B على كمية مناسبة من الزئبق .

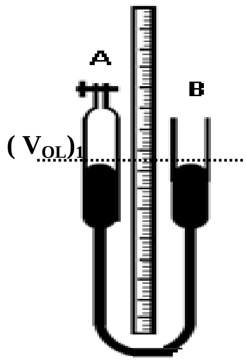
احتياطات التجربة

(١) أن تكون الأنبوبة منتظمة المقطع : (حتى يكون طول عمود الهواء المحبوس مقياساً للحجم) .
(٢) أن يكون صنبور الأنبوبة A محكم الغلق : (حتى لا تتغير كمية الغاز المحبوس أثناء التجربة) .

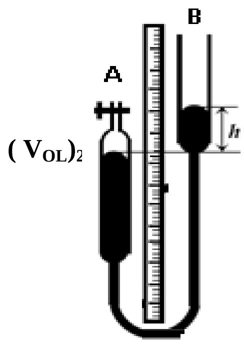
الخطوات

❶ عين قيمة الضغط الجوى (P_a) باستخدام البارومتر الزئبقى بوحدات cm Hg .
❷ افتح صنبور الأنبوبة A مع تحريك الأنبوبة B لأعلي و لأسفل حتى يصبح سطح الزئبق فى الأنبوبة A عند منتصفها ، ونظراً لأن الأنبوبتين مفتوحتين يكون سطحي الزئبق فيهما على مستوى أفقي واحد .

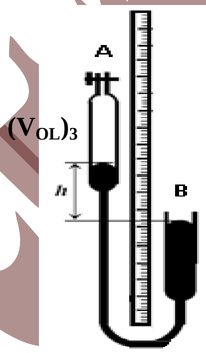
❸ اغلق صنبور الأنبوبة (A) لتحبس حجماً من الهواء (V_{OL})$_1$ يكون ضغطه ($P_1 = P_a$)



❹ حرك الأنبوبة B لأعلي فيقل حجم الهواء المحبوس فى الأنبوبة A الى (V_{OL})$_2$ ويصبح ضغطه ($P_2 = P_a + h$)

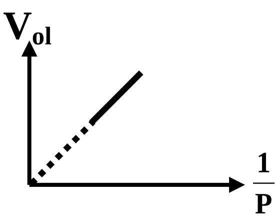


❺ حرك الأنبوبة B لأسفل فيزداد حجم الهواء المحبوس فى الأنبوبة A الى (V_{OL})$_3$ ويصبح ضغطه ($P_3 = P_a - h$)



حيث (h) : فرق الارتفاع بين سطحى الزئبق فى الأنبوبتين

❻ كرر الخطوتين السابقتين عدة مرات وفى كل مرة عين V_{OL} , P ودون النتائج فى جدول .
❼ ارسم علاقة بيانية بين (V_{ol}) على المحور الرأسي و ($\frac{1}{P}$) على المحور الأفقي فتحصل على خط مستقيم يمر امتداده بنقطة الأصل



الملاحظة و الاستنتاج

العلاقة بين حجم الغاز وضغطه عند ثبوت درجة الحرارة علاقة عكسية $V_{ol}\ \alpha\ \frac{1}{P}$

أى أن : عند ثبوت درجة الحرارة يكون حاصل الضرب (PV_{ol}) لكمية معينة من غاز مقدار ثابت $\therefore\ P\ V_{OL} = const$

قانون بويل

" عند ثبوت درجة الحرارة يتناسب حجم مقدار معين من غاز تناسباً عكسياً مع ضغطه ".

أو

" عند ثبوت درجة الحرارة يكون حاصل ضرب حجم مقدار معين من غاز وضغطه يساوى مقدار ثابت "

الصيغة الرياضية لقانون بويل

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{(V_{OL})_2}{(V_{OL})_1}$$

أو

$$P_1 (V_{oL})_1 = P_2 (V_{oL})_2$$

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	إذا انضغط غاز الى نصف حجمه الأصلى فإن ضغطه يزداد للضعف .	لأنه طبقا لقانون بويل يتناسب حجم الغاز عكسياً مع الضغط عند ثبوت درجة الحرارة .
٢	يزداد حجم فقاعة من الهواء موجودة فى الماء كلما اقتربت من السطح	لأنه بنقص العمق يقل الضغط الواقع على الفقاعة ، فيزداد حجمها حيث ($P \alpha \frac{1}{V_{OL}}$)

ملاحظات هامة و أمثلة محلولة على قانون بويل

(١) كمية من غاز حجمها $300\ cm^3$ تحت ضغط 20 cm Hg فإذا زاد الضغط عليها حتى أصبح 60 cm Hg ، احسب حجمها عند ثبوت درجة الحرارة .

الحل

$$P_1 (V_{oL})_1 = P_2 (V_{oL})_2$$

$$20 \times 300 = 60 (V_{oL})_2$$

$$(V_{oL})_2 = \frac{20\times300}{60} = 100\ cm^3$$

****

ملحوظة ١ : فى حالة خلط غازين أو اكثر :-

حجم كل غاز على حدة $(V_{ol})_1 = (V_{ol})_2 =$ .....) = حجم الإناء الذى يتم فيه الخلط .

الضغط الكلى للخليط = مجموع الضغوط الجزئية لكل غاز أى $P = P_1 + P_2 + P_3$

$P_{الخليط} (V_{ol}) = P_1 (V_{ol})_1 + P_2 (V_{ol})_2 + P_3 (V_{ol})_3$

قبل الخلط $P_1 (V_{ol})_1 + P_2 (V_{ol})_2 = P_{خليط} (V_{ol})_{اناء}$

(٢) مقدار من غاز النيتروجين حجمه 15Liters عندما يكون الضغط الواقع عليه 12cmHg ومقدار من غاز الأكسجين حجمه 10Litres عندما يكون الضغط الواقع عليه 50cmHg وضعا في إناء مقفل سعته 5 liter فإذا كانت درجة حرارة الغازين ثابتة أثناء خلطهما وتساوى درجة حرارة الخليط ، فأوجد ضغط الخليط .

الحل

$$\because\ PV_{ol} = P_1V_{OL})_1 + P_2V_{OL})_2$$

$\therefore\ P \times 5 = 12\times15 + 50\times10$, $\therefore\ P = 136cmHg$

(٣) مقدار من غاز الهيليوم فى إناء تحت ضغط 2 atm تم مزجه فى نفس الإناء مع كمية من غاز الأرجون تحت ضغط 3 atm ، أحسب الضغط المؤثر على الغازين بعد مزجهما .

الحل

$P_{(\text{للخليط})} = P_1 + P_2$

$P_{(\text{للخليط})} = 2 + 3 = 5 \text{ atm}$

****

ملحوظة ٢ : فى حالة وضع بالون داخل صندوق

عند وضع بالون به هواء حجمه V_1 داخل صندوق حجمه V ثم إغلاق الصندوق فإنه عند انفجار البالون يحدث خلط بين الغاز داخل البالون والغاز خارج البالون والذى يوجد داخل الصندوق ويصبح :

حجم الصندوق = $V_{\text{للخليط}}$

للهواء خارج البالون والموجود فى الصندوق $V_2 = V - V_1$

للهواء خارج البالون والموجود فى الصندوق $P_2 = P_a$

****

(٤) وضع بالون من المطاط به هواء محبوس حجمه $500\ cm^3$ وتحت ضغط 2 ضغط جوى في إناء مكعب الشكل طول ضلعه 10 cm ثم احكم غلق الإناء احسب الضغط النهائي داخل الإناء عند انفجار البالون بإهمال حجم المطاط وبفرض ثبوت درجة الحرارة

الحل



حجم الاناء بالكامل = $10 \times 10 \times 10 = 10^3\ cm^3$

حجم الهواء داخل الاناء قبل الانفجار = $10^3 - 500 = 500\ cm^3$

عند انفجار البالون يختلط الهواء المحبوس به مع الهواء الموجود فى الاناء

$P\ V_{\text{الخليط}} = P_1\ V_{1\ \text{هواء البالون قبل الخلط}} + P_2\ V_{2\ \text{هواء الإناء قبل الخلط}}$

$P \times 10^3 = 2 \times 500 + 1 \times 500$

$1000\ P = 1000 + 500 = 1500$

$P = 1.5$ ضغط جوى

****

ملحوظة ٣ : فى حالة الفقاعة :–

عندما ترتفع فقاعة غازية فى باطن الماء الى السطح فان حجم الفقاعة يزداد لان الضغط الواقع على الفقاعة يقل طبقا لقانون بويل ويصبح:- داخل الماء $P_2 = P_a + h\rho g$ عند سطح الماء $P_1 = P_a$

مع ملاحظة أن حجم الفقاعة = حجم الكرة = $\frac{4}{3}\pi r^3$

(٥) فقاعة من الهواء حجمها $0.2cm^3$ على عمق 20m في الماء أوجد حجمها عند السطح إذا كان الضغط الجوي $1.013\times10^5 N/m^2$ وكثافة الماء $1000kg/m^3$ ، $g = 9.8m/s^2$

الحل

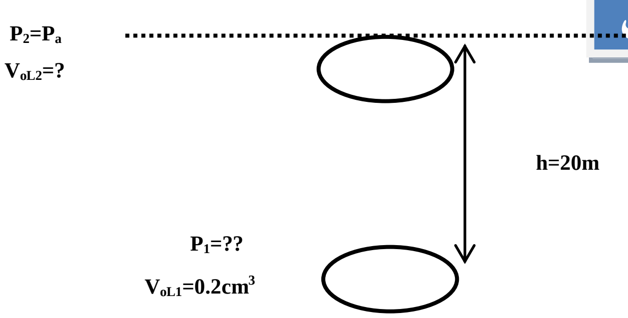
$\because P_1 = P_a + \rho gh$

$\therefore P_1 = 1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times 20$

$\therefore P_1 = 2.973\times10^5 N/m^2$

$\because P_1 (V_{oL})_1 = P_2 (V_{oL})_2$

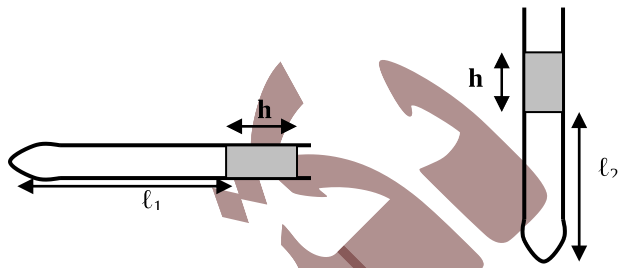
$$V_{ol2} = \frac{2.973\times10^5 \times 0.2}{1.013\times10^5} = 0.587cm^3$$



ملحوظة ٣ : فى حالة الانبوبة الشعرية :-

عند وضع خيط زئبق طوله (h) فى أنبوبة شعرية بحيث تحبس حجم معين من الهواء طوله (ℓ) فإذا كانت

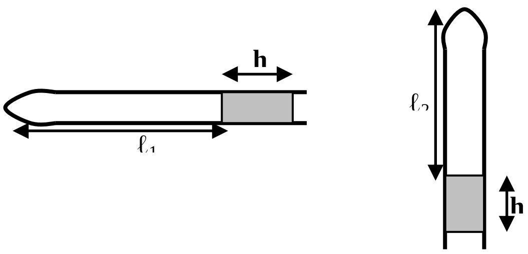
◈ الأنبوبة أفقية ثم وضعت فى وضع رأسى وفوهتها لأعلى



$P_1 (V_{oL})_1 = P_2 (V_{oL})_2$

$P_a\, \ell_1 = (P_a + h)\, \ell_2$

◈ الأنبوبة أفقية ثم وضعت فى وضع رأسى وفوهتها لأسفل

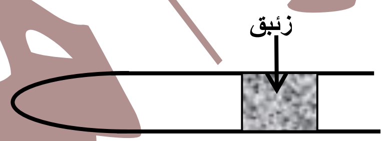


$P_1 (V_{oL})_1 = P_2 (V_{oL})_2$

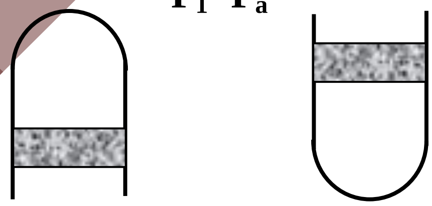
$P_a\, \ell_1 = (P_a - h)\, \ell_2$

(٦) أنبوبة شعرية منتظمة المقطع ومفتوحة عند أحد طرفيها بها خيط من الزئبق طوله 10cm وضعت أفقيا فكان طول عمود الهواء المحبوس بها 15cm احسب طول عمود الهواء المحبوس في الحالتين الآتيتين: أولا: إذا وضعت الأنبوبة رأسيا وفوهتها إلى أعلى ثانيا: إذا وضعت الأنبوبة رأسيا وفوهتها إلى أسفل (اعتبر الضغط الجوي 76cmHg)

الحل



$P_1 = P_a$



$P_3 = P_a - h$ $\qquad$ $P_2 = P_a + h$

اولا

$P_1 (V_{oL})_1 = P_2 (V_{oL})_2$

$\therefore P_1 (A h_1) = P_2 (A h_2)$

$\therefore 76 \times 15 = (76 + 10)\, h_2$

$\therefore h_2 = 13.25$ Cm.Hg

ثانيا

$\because P_1 V_{oL1} = P_3 V_{ol3}$

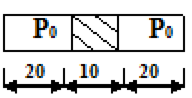
$\therefore P_1 (A h_1) = P_3 (A h_3)$

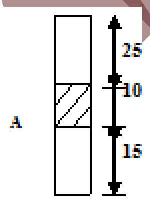
$\therefore 76 \times 15 = (76 - 10)\, h_3$

$\therefore h_3 = 17.27$cm.Hg

****

(٧) أنبوبة أفقية شعرية منتظمة المقطع ومغلقة الطرفين بها خيط من الزئبق طوله 10cm وضعت راسيا فتحرك خيط الزئبق كما بالشكل احسب P_0 .





الحل

اولا يتم دراسة خصائص الغاز لكل غرفة على حدا فيكون للغرفة العلوية

$\because P_1 (V_{oL})_1 = P_2 (V_{oL})_2$

$P_o \times 20 = P_2 \times 25 \qquad P2 = \frac{4}{5} P_o$

بالنسبة للغرفة الثانية السفلية

$\because P_1 V_{oL1} = P_2 V_{oL2}$

$P_o \times 20 = P2 \times 15 \qquad P2 = \frac{4}{3} P_o$

ثانيا يتم قياس الضغوط على نقطه ولتكن A

$$\frac{4}{3} P_O = 10 + \frac{4}{5} P_o \Rightarrow P_O = \frac{75}{4} cm.Hg$$

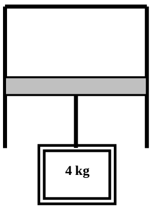
ملحوظة ٤ : لحساب ضغط الغاز المحبوس فى اسطوانة مساحة مقطعها A عند تعليق

لحساب ضغط الغاز المحبوس فى اسطوانة مساحة مقطعها A عند تعليق ثقل كتلته m فى المكبس

ضغط الغاز المحبوس = الضغط الجوى – ضغط الثقل

$$P = P_a - (m\ g \div A)$$

****



(٩) إناء مزود بمكبس معلق به ثقل كتلته 4kg فإذا كان حجم الهواء المحبوس $400 cm^3$ ومساحة قاعدة الاناء $20 cm^2$ والضغط الجوى $1.013\times10^5\ N/m^2$ احسب حجم الهواء المحبوس اولا : عند التخلص من الثقل ثانيا: عند إضافة ثقل 1kg للثقل المعلق (علماً بأن كثافة مادة الثقل $5\times10^3\ kg/m^3$, $g = 10\ m/s^2$)

الحل

ضغط الغاز المحبوس (P_1) = الضغط الجوى – ضغط الثقل

ضغط الثقل عند التخلص منه (اولا). $= \dfrac{m\times g}{A} = \dfrac{4\times10}{20\times10^{-4}} = 2\times10^4\ N/m^2$

$P_1 = 1.013\times10^5 - 2\times10^4 = 8.13\times10^4\ N/m^2$

$P_1\ (V_{oL})_1 = P_2\ (V_{oL})_2$

$8.13\times10^4 \times 400 = 1.013\times10^5 \times (V_{oL})_2$

$(V_{oL})_2 = 321\ cm^3$

ضغط الثقل عند إضافة ثقل 1kg للثقل المعلق (ثانيا). $= \dfrac{m\times g}{A} = \dfrac{5\times10}{20\times10^{-4}} = 2.5\times10^4\ N/m^2$

$P_3 = 1.013\times10^5 - 2.5\times10^4 = 7.63\times10^3\ N/m^2$

$P_1\ (V_{oL})_1 = P_3\ (V_{oL})_3$

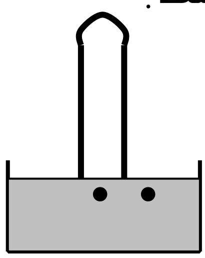
$8.13\times10^4 \times 400 = 7.63\times10^3 \times (V_{oL})_3$

$(V_{oL})_3 = 426.2\ cm^3$

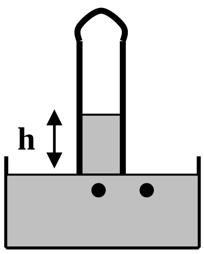
****

ملحوظة ٥ : فى حالة الأنبوبة البارومترية : –

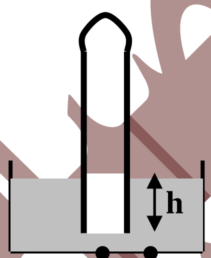
بأخذ نقطتين فى مستوى افقى واحد ، احد النقطتين داخل الأنبوبة والأخرى خارج الأنبوبة (فى حوض الزئبق) فيكون لهما نفس الضغط .



$P_{غاز} = P_a$



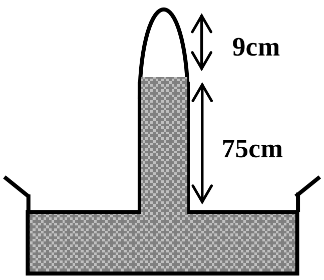
$P_{غاز} = P_a - h$

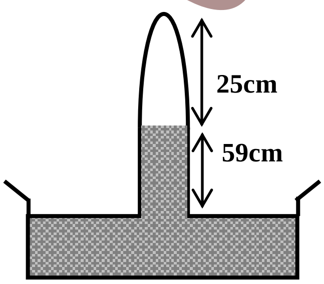


$P_{غاز} = P_a + h$

****

(١٠) أنبوبة بارومتريه منتظمة المقطع مساحة مقطعها $1cm^2$ وكان ارتفاع الزئبق بها 75cm وطول الفراغ فوق الزئبق 9cm ، أدخل مقدار من الهواء في الحيز الموجود فوق الزئبق فانخفض عمود الزئبق بالأنبوبة إلى ارتفاع 59 cm احسب حجم الهواء الذي دخل تحت الضغط الجوي بفرض ثبوت درجة الحرارة .





الحل

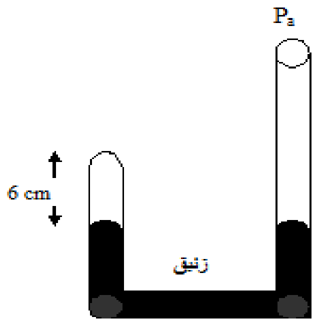
$P_2 = 75 - 59 = 16 cmHg$

$(V_{oL})_2 = Ah = 1\ (16 + 9) = 25 cm^3$

$\because P_1 (V_{oL})_1 = P_2 (V_{oL})_2 \qquad \therefore (V_{oL})_1 = \frac{16 \times 25}{75} = 5.33 cm^3$

****

(١١) فى الشكل المقابل أحسب طول عمود الزئبق الذى يجب صبه فى الفرع المفتوح حتى يرتفع سطح الزئبق فى الفرع المغلق 2 cm علماً بأن $P_a = 76 cmHg$



الحل

$P_1 V_{ol1} = P_2 V_{ol2}$

$76 \times 6 = P_2 \times 4$

$P_2 = 114 cmHg$

$\Delta P = P_2 - P_a = 114 - 76 = 38 cmHg$

فرق الضغط ΔP يمثل طول عمود الزئبق ولكن سينخفض طول عمود الزئبق فى الفرع المتسع 2 cm ويرتفع فى الفرع المغلق 2 cm تضاف لعمود الزئبق

طول عمود الزئبق = 4 + 38 = 42 cm

ملحوظة ٥ : عند حساب ارتفاع الماء الذى يدخل اسطوانة مساحة مقطعها A عند تنكسيها وغمرها فى الماء:

$P_1 = P_a$ قبل غمر الأسطوانة فى الماء

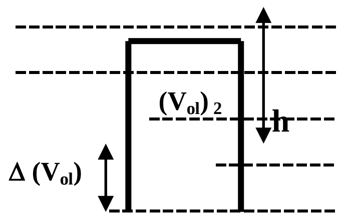
$(V_{ol})_1$ قبل غمر الأسطوانة فى الماء

$P_2 = P_a + h\rho g$ بعد غمر الأسطوانة فى الماء

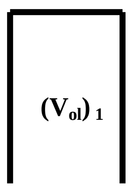
$(V_{ol})_2$ بعد غمر الأسطوانة فى الماء

$\Delta (V_{ol}) = (V_{ol})_1 - (V_{ol})_2$

ويحسب ارتفاع الماء من العلاقة :- $h_1 = \frac{\Delta (V_{ol})}{A}$



الأسطوانة بعد غمرها فى الماء



الأسطوانة قبل غمرها فى الماء

(١٢) حوض به ماء ، نكست فيه كأس الى عمق 3m فإذا كان حجم الكأس $250 cm^3$ ومساحة مقطعها $200 cm^3$ ، أحسب طول عمود الماء الذى يرتفع داخل الكأس بفرض عدم تسرب أى هواء من الكأس وثبوت درجة الحرارة .
$(g = 9.8 m/s^2 , \rho_{water} = 10^3 kg/m^3 , Pa = 1.013 \times 105 N/m^2)$

$P_1 = P_a = 1.013 \times 10^5 N/m^2$

$(V_{OL})_1 = 250 cm^3$

$P_2 = P_a + \rho g h$

$= 1.013 \times 10^5 + (10^3 \times 9.8 \times 3) = 1.307 \times 10^5 N/m^2$

$\because P_1 (V_{oL})_1 = P_2 (V_{oL})_2$

$1.013 \times 10^5 \times 250 = 1.307 \times 10^5 \times (V_{oL})_2$

$(V_{oL})_2 = 193.76 cm^3$

$$h = \frac{\Delta (V_{OL})}{A} = \frac{250 - 193.76}{200} = 0.28 cm$$

ملحوظة ٦ : لحساب كتلة غاز متسرب : –

نستخدم العلاقة $\frac{P_1}{m_1} = \frac{P_2}{m_2}$ ثم نقوم بحساب الفرق بين الكتلتين لمعرفة كتلة الغاز المتسرب

(١٣) أسطوانة بها صنبور تحتوى على 2 kg من غاز ضغطه 10 atm إذا فتح الصنبور وتسربت كمية من الغاز ، احسب كتلة ما تسرب بعد أن يتوقف تسرب الغاز بفرض ثبوت درجة الحرارة .

الحل

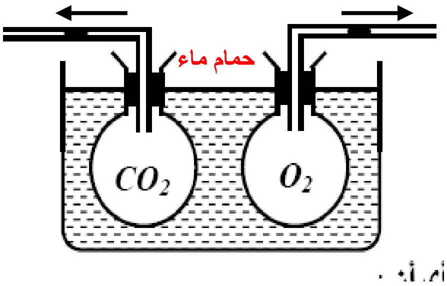
$\frac{P_1}{m_1} = \frac{P_2}{m_2} \Rightarrow \frac{10}{2} = \frac{1}{m_2} \Rightarrow m_2 = 0{,}2 kg$

كتلة ما تسرب من الغاز = $m_1 - m_2 = 2 - 0.2 = 1.8 kg$

ثانياً : قانون شارل

- يعبر قانون شارل عن العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الضغط .
- المواد سواء كانت صلبة أو سائلة أو غازية تتمدد بالحرارة .
- تتمدد الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة وهى تحت ضغط ثابت بمقادير متساوية عند زيادة درجة حرارتها بنفس المقدار ويمكن توضيح ذلك من خلال التجربة التالية :

تجـربـة



الخطوات

❶ احضر دورقين متساويين في الحجم ، وضع بأحدهما غاز ثاني أكسيد الكربون وبالآخر مملوء بغاز الأكسجين (أو أى غازين آخرين)

❷ سد فوهة كل من الدورقين بسدادة تنفذ منها أنبوبة شعرية منثنيه على شكل زاوية قائمة بها خيط من الزئبق طوله 2cm أو 3cm

❸ أغمر الدورقين فى حوض به ماء بارد ثم أضف كمية من الماء الساخن وتدريجياً ولاحظ تحرك خيط الزئبق فى كل منهما.

الملاحظة

يتحرك خيطى الزئبق مسافتين متساويتين " أى أن معامل التمدد الحجمى لهما واحد " .

الاستنتاج

" الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية إذا ارتفعت درجة حرارتها بنفس العدد من درجات الحرارة مع ثبوت ضغطها"

أى أن

معامل التمدد الحجمى لأى غاز عند ثبوت الضغط مقدار ثابت يمكن تعيينه من العلاقة :

$$\alpha_V = \frac{\Delta(V_{ol})}{(V_{ol})_0 \Delta t} = \frac{(V_{ol})_t - (V_{ol})_0}{(V_{ol})_0 \Delta t}$$

حيث : $(V_{ol})_0$ الحجم الأصلي للغاز عند 0°C ، (Δt) الارتفاع في درجة الحرارة .

وحدة قياس معامل التمدد الحجمى هى : كلفن $^{-1}$ (K^{-1})

تعريف معامل التمدد الحجمي لغاز تحت ضغط ثابت α_V

مقدار الزيادة في وحدة الحجوم من الغاز عند 0°C عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الضغط .

أو

النسبة بين الزيادة فى حجم الغاز الى الحجم الأصلى عند 0°C عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الضغط .

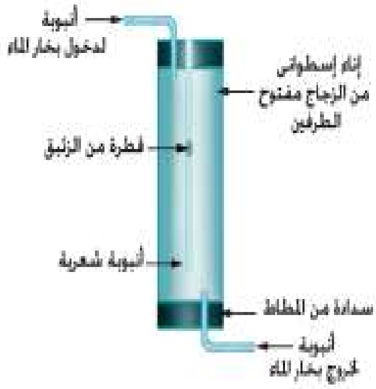
📖 **ما معنى أن: معامل التمدد الحجمي لغاز تحت ضغط ثابت = $\frac{1}{273}$ كلفن $^{-1}$**

جـ: معنى ذلك أن مقدار الزيادة في وحدة الحجوم من الغاز عند 0°C عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الضغط $= \frac{1}{273}$

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	معامل التمدد الحجمي لجميع الغازات مقدار ثابت عند ثبوت الضغط.	لأن الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها بمقادير متساوية بشرط ثبوت الضغط .
٢	يتمدد غازي الأكسجين والنيتروجين بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها بمقادير متساوية عند ثبوت الضغط	لأن معامل التمدد الحجمي ثابت لجميع الغازات عند ثبوت الضغط

قيمة معامل التمدد الحجمى ثابتة لجميع الغازات ويمكن تعيينها عمليًا باستخدام جهاز شارل كما يلى:

تجـربة



الغرض منها

- تحقيق قانون شارل .
- تعيين معامل التمدد الحجمى للهواء تحت ضغط ثابت .

تركيب جهاز شارل

أنبوبة شعرية زجاجية طولها 30cm وقطرها حوالى 1mm مقفلة من أحد طرفيها ، بها قطرة زئبق تحبس كمية من الهواء الجاف داخلها ، مثبتة مع ترمومتر على مسطرة مدرجة داخل غلاف (إناء) زجاجي أسطوانى .

احتياطات التجربة

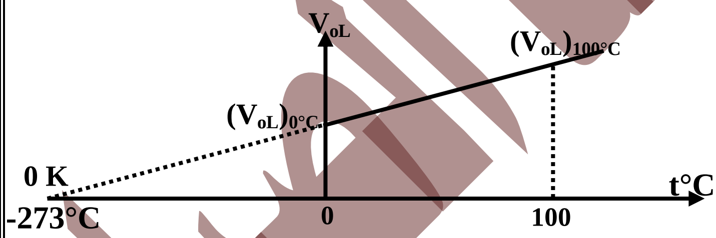
❶ أن تكون الأنبوبة منتظمة المقطع حتى يكون طول عمود الهواء المحبوس مقياسًا للحجم .
❷ أن يكون الهواء المحبوس جافًا تمامًا وذلك بوضع قطرة صغيرة من حمض الكبريتيك المركز لامتصاص بخار الماء .
❸ أن يغمر عمود الهواء بالكامل فى الغلاف الزجاجي .

الخطوات

❶ أملأ الغلاف الزجاجي بجليد مجروش آخذ في الانصهار وانتظر حتى تصبح درجة حرارة الهواء المحبوس داخل الأنبوبة 0°C وعين طول عمود الهواء المحبوس الذي يعتبر مقياسًا للحجم $(V_{ol})_0$.
❷ أفرغ الغلاف من الجليد ثم مرر بخار ماء من أعلى لأسفل وانتظر حتى تصبح درجة حرارة الهواء المحبوس 100°C وعين طول عمود الهواء الذي يعتبر مقياسًا للحجم $(V_{ol})_{100}$.
❸ احسب معامل التمدد الحجمى للهواء (α_V) من العلاقة :

$$\alpha_V = \frac{(V_{ol})_{100} - (V_{ol})_0}{(V_{ol})_0 \times 100}$$

❹ عين طول عمود الهواء عند درجات حرارة مختلفة .
❺ أرسم علاقة بيانية بين الحجم (V_{ol}) على المحور الرأسي ، ودرجة الحرارة على تدريج سيلزيوس (t°) على المحور الأفقي فتحصل على خط مستقيم .



الملاحظة

(١) معامل التمدد الحجمي للهواء (α_V) عند ثبوت الضغط $= \frac{1}{273}$ لكل درجة
(٢) العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته على تدريج كلفن عند ثبوت الضغط علاقة طردية ($V_{ol} \propto T$)

الاستنتاج

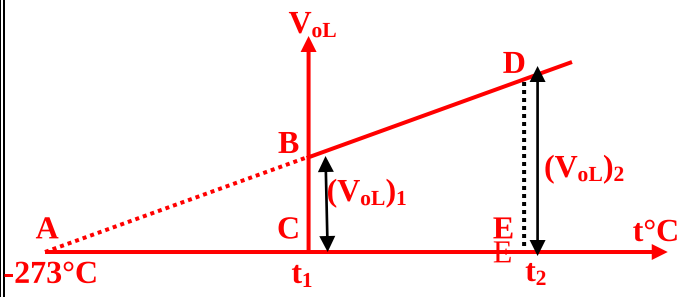
قانون شارل

عند ثبوت الضغط يزداد حجم مقدار معين من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من حجمه الأصلي عند 0°C لكل ارتفاع في درجة الحرارة قدره درجة واحدة

أو

" عند ثبوت الضغط يتناسب حجم مقدار معين من غاز تناسبًا طرديًا مع درجة حرارته المطلقة (على تدريج كلفن) "

استنتاج الصيغة الرياضية لقانون شارل



من تشابه المثلثين ABC ، ADE فى الشكل البيانى المقابل

$$\therefore \frac{BC}{AC} = \frac{DE}{AE}$$

$\because BC = (V_{ol})_1 \quad , \quad DE = (V_{ol})_2$

$\because AC = T_1 \quad , \quad AE = T_2$

$$\therefore V_{ol} \alpha T$$

$$\therefore \frac{V_{ol}}{T} = CONST$$

$$\therefore \frac{(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{(V_{ol})_2}{T_2}$$

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	يراعى أن يكون الهواء في جهاز شارل جافاً تماماً	لأن أي قطرة ماء تتحول بالتسخين إلى بخار ماء وضغط البخار يختلف عن ضغط الهواء الجاف و هذا سيؤثر على دقة القيمة المقاسة لمعامل زيادة ضغط الهواء .
٢	عند رفع درجة حرارة غازى الهيدروجين وثانى أكسيد الكربون بمقادير متساوية فإن ضغطهما يزداد بمقادير متساوية عند ثبوت الحجم	لأن معامل الزيادة فى الضغط ثابت لجميع الغازات متساوي عند ثبوت الحجم
٣	الانبوبة المستخدمة في جهاز شارل منتظمة المقطع	حتى يكون طول عمود الهواء المحبوس مقياساً للحجم .
٤	توضع قطرة صغيرة من حمض الكبرتيك المركز في الانبوبة الزجاجية لجهاز شارل	لامتصاص بخار الماء حتى يكون الهواء المحبوس فى الانبوبة جافاً تماماً .

ملاحظات هامة لحل المسائل على قانون شارل

ملحوظة (١) : للتحويل بين درجة الحرارة السيلزية والكلفينية نستخدم العلاقة : $T = t + 273$

حيث : (T) درجة الحرارة الكلفينية .
(t) درجة الحرارة السيلزية .

ملحوظة (٢) : عندما تكون $(V_{OL})_0$ معلومة :

$$\alpha_V = \frac{V_{100} - V_0}{V_0 \times 100} = \frac{\Delta V_{0L}}{(V_{OL}) \times \Delta t}$$

ملحوظة (٣) : عندما تكون $(V_{OL})_0$ مجهولة :

$$\frac{(V_{OL})_1}{(V_{0L})_2} = \frac{1 + (\alpha_V)t_1}{1 + (\alpha_V)t_2}$$

ملحوظة (٤) : الصيغة العامة لقانون شارل :

$$\frac{(V_{OL})_1}{(V_{OL})_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

ملحوظة (٥) : عند خلط غازين :

$$\frac{(V_{OL})}{T}_{\text{للخليط}} = \frac{(V_{OL})_1}{T_1} + \frac{(V_{OL})_2}{T_2}$$

ملحوظة (٦) : عند تسخين غاز فى إناء حجمه $(V_{OL})_1$ ويراد حساب نسبة ما خرج الى ما كان موجوداً :

$$\text{نسبة ما خرج} = \frac{(V_{OL})_2 - (V_{OL})_1}{(V_{OL})_1} \times 100$$

ملحوظة (٧) : عند استخدام الأنبوبة الشعرية التى تحتوى على قطرة من الزئبق كترمومتر فإن :
أقصى درجة حرارة يمكن تعينها تكون عند فوهة الانبوبة وهى التى يصبح عندها :
طول عمود الهواء المحبوس = طول الأنبوبة – طول قطرة الزئبق وهى داخل الأنبوبة .

ملحوظة (٨) : عند تسخين غاز حجمه $(V_{OL})_1$ فى إناء اسطوانى مساحة مقطعه A يحتوى على مكبس قابل للحركة
فإن : المسافة التى تحركها المكبس = (حجم الغاز بعد التسخين - حجم الغاز قبل التسخين) / مساحة المقطع

$$h = \frac{(V_{OL})_2 - (V_{OL})_1}{A}$$

ملحوظة (٩) : عند تسخين غاز فى إناء حجمه $(V_{OL})_1$ وخرج 25% من حجمه فإن :
حجم الغاز بعد التسخين $(V_{OL})_2$ يتعين كما يلى :

$$(V_{OL})_2 = (V_{OL})_1 + 0.25\,(V_{OL})_1 = 1.25\,(V_{OL})_1$$

****

أمثلة محلولة

(١) غاز حجمه $50\ cm^3$ عند درجة 390 K بينما حجمه عند درجة الصفر سيلزيوس $35\ cm^3$ ، احسب معامل التمدد الحجمى للغاز عند ثبوت الضغط .

الحل

$$t = T - 273 = 390 - 273 = 117^0C$$

$$\alpha_V = \frac{(V_{ol})_t - (V_{ol})_0}{(V_{ol})_0 \Delta t} = \frac{50-35}{35(117-0)} = \frac{1}{273}K^{-1}$$

****

(٢) كمية من غاز تشغل $100\ cm^3$ عند درجة حرارة 25^oc وتشغل $118.5\ cm^3$ عند درجة حرارة 80^0c عند ثبوت الضغط فى الحالتين ، أوجد معامل التمدد الحجمى للغاز عند ثبوت الضغط .

الحل

$$\frac{(V_{OL})_1}{(V_{OL})_2} = \frac{1+(\alpha_V)t_1}{1+(\alpha_V)t_2}$$

$$\therefore \frac{100}{118.5} = \frac{1+(\alpha_V)\times 25}{1+(\alpha_V)\times 80} \Rightarrow \therefore \alpha_V = 0.00366K^{-1} = \frac{1}{273}K^{-1}$$

****

(٣) لتر غاز فى 10^0c رفعت درجة حرارته وهو ثابت الضغط الى 293^oc فأوجد حجمه .

الحل

$$\frac{(V_{OL})_1}{(V_{OL})_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{1}{(V_{OL})_2} = \frac{10+273}{293+273} = \frac{283}{566}$$

$$(V_{OL})_2 = \frac{566}{283} = 2lit$$

****

(٤) كمية من غاز في 17°C رفعت درجة حرارتها بمقدار 100°C مع بقاء ضغطها ثابت فزاد حجمها بمقدار $2.5cm^3$ أوجد الحجم قبل التسخين

الحل

$T_1 = 17 + 273 = 290°k$, $T_2 = 117 + 273 = 390°K$

$(V_{ol})_1 = ?$, $(V_{ol})_2 = (V_{ol})_1 + 2.5$

$$\because \frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \therefore \frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_1 + 2.5} = \frac{290}{390} \Rightarrow \therefore (V_{ol})_1 = 7.25cm^3$$

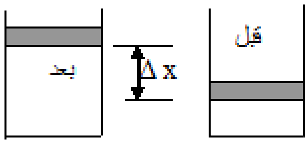
طريقة أخرى أسهل

$$\frac{\Delta V_{OL}}{V_{OL})_1} = \frac{\Delta T}{T_1} \Rightarrow\Rightarrow \frac{2.5}{V_{OL})_1} = \frac{100}{290} \Rightarrow V_{OL})_1 = \frac{290\times 2.5}{100} = 7.25cm^3$$

****

(٥) أثناء اسطواني له مكبس عديم الاحتكاك يحبس كمية من الهواء حجمها 5460 cm^3 عند صفر درجة سيلزيوس وعندما سخن الإناء أصبحت درجة حرارة الهواء داخله $100^{\circ}C$، احسب المسافة التى يتحركها المكبس حتى يظل الضغط ثابتا ، علمًا بأن مساحة مقطع المكبس $250 cm^2$.

الحل



$$\frac{(V_{OL})_1}{(V_{OL})_2}=\frac{T_1}{T_2}\Rightarrow\frac{5640}{(V_{OL})_2}=\frac{10+273}{100+273}=\frac{273}{373}$$

$$(V_{OL})_2=7460cm^3$$

$$h=\frac{(V_{OL})_2-(V_{OL})_1}{A}=\frac{7460-5460}{250}=8cm$$

****

(٦) سُخن دورق به هواء من 15°C إلى 87°C ، فكم تكون نسبة حجم الهواء الذى خرج منه إلى ما كان موجودا به بفرض ثبوت الضغط ؟

الحل

$T_1 = 87 + 273 = 360°k$

$T_2 = 15 + 273 = 288°K$

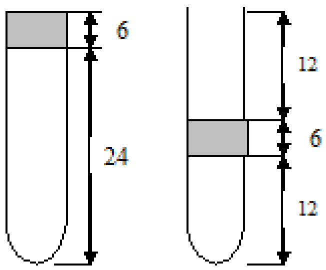
$$\because\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2}=\frac{T_1}{T_2}\Rightarrow\therefore\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_1+V_{ol}^{\backslash}}=\frac{288}{360}$$

$$\Rightarrow\therefore\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_1+V_{ol}^{\backslash}}=\frac{4}{5}\Rightarrow\therefore\frac{V_{ol}^{\backslash}}{(V_{ol})_1}=\frac{1}{4}\times100=25\%$$

****

(٧) أنبوبة شعرية طولها 30cm بها قطرة زئبق طولها 6 cm فى المنتصف تماما عند درجة $27^{\circ}c$ ، احسب أقصى درجة حرارة يمكن تعيينها عن استخدام الأنبوبة كترمومتر.

الحل



أقصى درجة حرارة يمكن تعينها تكون عند فوهة الانبوبة وهى التى يصبح عندها : طول عمود الهواء المحبوس = طول الأنبوبة – طول قطرة الزئبق

وبذلك تصبح معطيات المسألة كالتالى :

$T_1 = 27 + 273 = 300°k$, $T_2 = ?$

$(V_{ol})_1 = 12$ cm , $(V_{ol})_2 = 30 – 6 = 24$ cm

$$\frac{(V_{OL})_1}{(V_{OL})_2}=\frac{T_1}{T_2}\Rightarrow\frac{12}{24}=\frac{300}{T_2}\Rightarrow\therefore T_2=\frac{300\times24}{12}\Rightarrow T_2=600K=327^0c$$

****

(٨) كمية من غاز الهيدروجين حجمها 500 cm^3 تم خلطها بكمية من غاز الأكسجين حجمها 350 cm^3 فى إناء حجمه 900 cm^3 ، فإذا كانت درجة حرارة الغازين 27^0 C ، أحسب درجة حرارة الخليط .

الحل

$$\frac{(V_{OL})}{T}\ \text{الخليط}=\frac{(V_{OL})_1}{T_1}+\frac{(V_{OL})_2}{T_2}$$

$$\frac{900}{T}=\frac{500}{(27+273)}+\frac{350}{(27+273)}$$

$$\frac{900}{T}=\frac{850}{300}$$

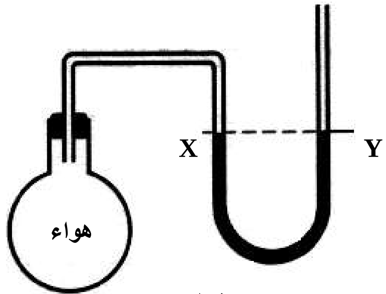
$$T=\frac{300\times900}{850}=317.6K=44.6^0C$$

ثالثًا : قانون جولي أو قانون الضغوط

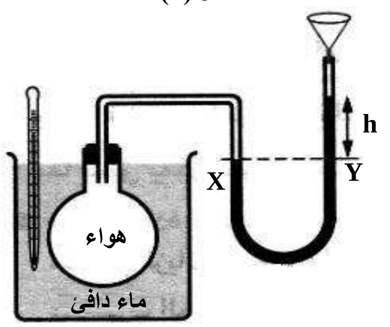
◈ يعبر قانون جولى عن العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الحجم .
◈ الغازات يزيد ضغطها بزيادة درجة الحرارة .
◈ تزداد الضغوط المتساوية من الغازات المختلفة بمقادير متساوية عند زيادة درجة حرارتها عند ثبوت الحجم ويمكن توضيح ذلك من خلال التجربة التالية :

تجربة

الخطوات



شكل (١)



شكل (٢)

❶ أحضر دورق من الزجاج به كمية من الهواء ، وسد الفوهة بسدادة تنفذ منها أنبوبة ذات شعبتين ، و ضع بها كمية من الزئبق فيكون سطح الزئبق فى الفرعين في مستوى أفقي واحد عند X ، Y و يكون ضغط الهواء المحبوس $P_1 = P_a$ (شكل ١)
❷ عين درجة حرارة الهواء المحبوس (t_1) .
❸ أغمر الدورق في حوض به ماء دافئ فينخفض سطح الزئبق فى الفرع المتصل بالدورق ، ويرتفع فى الفرع الخالص .
❹ صب زئبق في الفرع الخالص حتى يعود الزئبق في الفرع المتصل بالدورق إلى العلامة X وبالتالى يكون حجم الهواء المحبوس ثابت .
❺ عين درجة حرارة الهواء المحبوس (t_2) ثم عين فرق الارتفاع بين سطحى الزئبق فى الفرعين (h) وهو يمثل الزيادة فى الضغط نتيجة ارتفاع درجة الحرارة من t_1 إلى t_2 ويكون $P_2 = P_a + h$ (شكل ٢)
❻ كرر الخطوات السابقة باستبدال الهواء بغازات أخرى ورفع درجة حرارة كل غاز بنفس المقدار .

الملاحظة

- يزداد ضغط الغاز بارتفاع درجة الحرارة عند ثبوت الحجم .
- قيمة h ثابتة للغازات المختلفة عند ثبوت حجمها .

الاستنتاج

" الضغوط المتساوية من الغازات المختلفة تزداد بنفس القيمة إذا ارتفعت درجة حرارتها بنفس المقدار عند ثبوت الحجم "

أى أن معامل زيادة الضغط لأى غاز عند ثبوت الحجم مقدار ثابت .

استنتاج معامل الزيادة فى ضغط الغاز β_P

◈ عند ثبوت الحجم يتناسب مقدار الزيادة فى ضغط الغاز (ΔP) طرديًا مع كل من :

- الضغط الأصلي المقاس عند درجة $0°C$ (P_0) ⟵ $\Delta P \propto P_0$
- مقدار الارتفاع في درجة حرارته (Δt) ⟵ $\Delta P \propto \Delta t$

$\therefore \Delta P \propto P_0 \Delta t$, $\therefore \Delta P = \beta_P\ P_0\ \Delta t$, $\therefore \Delta P = \text{constant}\ P_0\ \Delta t$

$$\beta_P = \frac{\Delta P}{P_0 \Delta t} = \frac{P_t - P_0}{P_0 \Delta t}$$

حيث : β_P مغامل الزيادة فى ضغط الغاز

وحدة قياس معامل زيادة الضغط هى : كلفن $^{-1}$ (K^{-1})

تعريف معامل زيادة الضغط تحت حجم ثابت β_P

مقدار الزيادة في وحدة الضغوط من الغاز عند $0°C$ عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الحجم .

أو

النسبة بين الزيادة فى ضغط الغاز الى الضغط الأصلى عند $0°C$ عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الحجم .

ما معنى أن: معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت حجمه = $\frac{1}{273}$ لكل درجة

جـ: معنى ذلك أن مقدار الزيادة في وحدة الضغوط من الغاز عند 0°C عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الحجم = $\frac{1}{273}$.

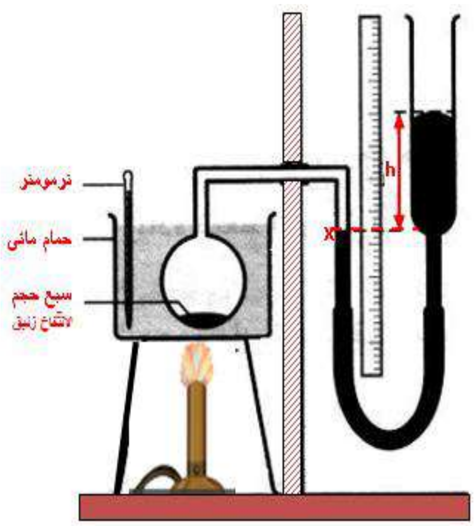
قيمة معامل زيادة الضغط ثابتة لجميع الغازات ويمكن تعيينها عمليًا باستخدام جهاز جولى كما يلى:

********************************* ********************************

تجـربـة

الغرض منها

- تحقيق قانون جولى .
- تعيين معامل زيادة الضغط للهواء تحت حجم ثابت



تركيب جهاز جولي

مستودع كروي من زجاج رقيق الجدران مغمور فى حمام مائى و متصل بأنبوبة شعرية مثنية ، تتصل بأنبوبة متسعة قابلة للحركة بواسطة أنبوبة من المطاط ، ويحتوى الانتفاخ الزجاجى على كمية من الزئبق = $\frac{1}{7}$ حجمه .

احتياطات التجربة

❶ يجب وضع $\frac{1}{7}$ حجم الانتفاخ الزجاجى زئبق حتى يظل حجم الهواء المحبوس ثابتًا أثناء التجربة مع تغير درجة الحرارة (حيث أن معامل التمدد الحجمي للزئبق سبعة أمثال معامل التمدد الحجمي للزجاج)

❷ يكون المستودع الكروى مغمور بالكامل فى الحمام المائى .

❸ يراعى أن يكون الهواء جافًا .

الخطوات

❶ عين الضغط الجوي (P_a) وقت إجراء التجربة باستخدام البارومتر .

❷ ضع زئبق فى الأنبوبة الخالصة وعدل من وضعها رأسيًا لتحبس كمية من الهواء وحدد حجم الهواء بالعلامة X .

❸ أغمر المستودع في جليد مجروش وانتظر حتى تصبح درجة حرارة الهواء المحبوس 0°C وحرك الأنبوبة الخالصة الى أسفل حتى تعيد الهواء لنفس حجمه عند العلامة X ثم عين $P_0 = P_a \pm h$

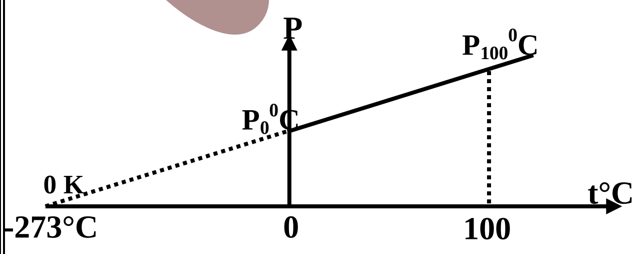
❹ اغمر المستودع فى ماء يغلى ثم حرك الانبوبة الخالصة الى أعلى حتى تعيد الهواء لنفس حجمه عند العلامة X ثم عين $P_{100} = P_a \pm h$

❺ احسب معامل زيادة الضغط للهواء (β_P) من العلاقة :

$$\beta_P = \frac{P_{100} - P_0}{P_0 \times 100}$$

❻ عين ضغط الهواء عند درجات حرارة مختلفة .

❼ أرسم علاقة بيانية بين درجة الحرارة على تدريج سيلزيوس (t) على المحور الأفقي والضغط (P) على المحور الرأسي ، فتحصل على خط مستقيم



الملاحظة

(١) العلاقة بين ضغط الغاز ودرجه حرارته عند ثبوت الحجم علاقة طردية : $P \propto T$

(٢) معامل زيادة ضغط الهواء (β_P) عند ثبوت الحجم = $\frac{1}{273}$ لكل درجة

الاستنتاج

قانون شارل

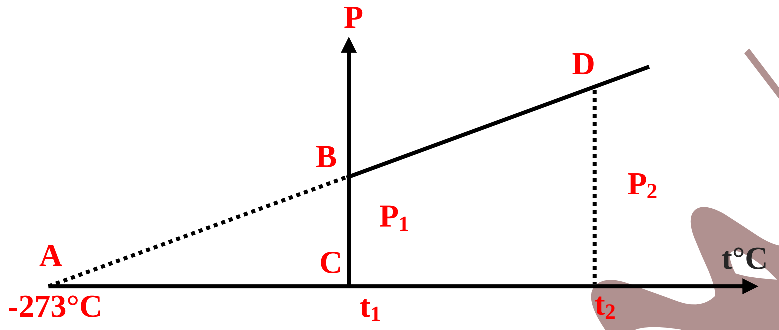
عند ثبوت الحجم يزداد ضغط مقدار معين من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من ضغطه الأصلي عند 0°C لكل ارتفاع في درجة الحرارة قدره درجة واحدة

أو

" عند ثبوت الحجم يتناسب ضغط مقدار معين من غاز تناسبًا طرديًا مع درجة حرارته المطلقة (على تدريج كلفن) "

استنتاج الصيغة الرياضية لقانون الضغط

من تشابه المثلثين ABC ، ADE فى الشكل البيانى المقابل :



$$\therefore \frac{BC}{AC} = \frac{DE}{AE}$$

$\because BC = P_1 , \quad DE = P_2$

$\because AC = T_1 , \quad AE = T_2$

$$\therefore \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \therefore \frac{P}{T} = const$$

$\therefore P = T \times const , \qquad \therefore P \alpha T$

م	علل لما يأتي	الإجابة
١	يوضع في مستودع جهاز جولي سبع حجمه زئبق	حتى يظل حجم الغاز ثابتاً فى جميع درجات الحرارة وذلك لان معامل التمدد الحجمى للزئبق سبعة أمثال معامل التمدد الحجمى لزجاج القارورة .
٢	يجب ان يكون انتفاخ جهاز جولي جافاً من الداخل	حتى لا يحدث تغير كبير جداً للضغط عند تغير درجة الحرارة لان ضغط بخار الماء يتغير بمقدار كبير جداً بتغير درجة الحرارة أى أن بخار الماء غاز غير مثالى .
٣	معامل زيادة الضغط لجميع الغازات ثابت عند ثبوت الحجم	لأن الضغوط المتساوية من الغازات المختلفة تزداد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها بمقادير متساوية بشرط ثبوت الحجم .
٤	الضغوط المتساوية للغازات المختلفة تزداد بمقادير متساوية عند رفع درجة الحرارة لنفس الدرجة عند ثبوت الحجم	لأن معامل زيادة الضغط ثابت لجميع الغازات عند ثبوت الحجم .
٥	يلزم في جهاز جولي خفض الأنبوبة القابلة للحركة الى أسفل قبل البدء في تبريد الانتفاخ الزجاجي الى 0^oC	حتى لا يندفع الزئبق داخل الانتفاخ الزجاجى نتيجة انكماش الغاز بالتبريد .

أمثلة محلولة

(١) إذا كان ضغط غاز عند درجة الصفر سيلزيوس 33 cm Hg وعند زيادة درجة حرارة الغاز حتى 182^oC أصبح ضغطه 55 cm Hg ، أحسب معامل الزيادة فى الضغط تحت حجم ثابت .

الحل

$$\beta_P = \frac{\Delta P}{P_0 \Delta t} = \frac{P_t - P_0}{P_0 \Delta t} = \frac{55-33}{33\times 182} = \frac{22}{6006} = \frac{1}{273} K^{-1}$$

****

(٢) احسب معامل الزيادة فى ضغط غاز تحت حجم ثابت إذا كان ضغط الغاز عند 30^oC يساوى 3 atm ثم تم خفض درجة حرارة الغاز حتى أصبح ضغطه مساوى للضغط الجوى فكانت درجة حرارته $-172\ ^oC$

الحل

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1+\beta_P t_1}{1+\beta_P t_2} \Rightarrow \frac{3}{1} = \frac{1+30\beta_P}{1-172\beta_P} \Rightarrow \beta_P = \frac{1}{273} K^{-1}$$

****

(٣) إذا كان ضغط غاز فى $26\ ^oC$ هو 59.8 cm Hg ، فما ضغطه عند $130\ ^oC$ ، علمًا بأن حجم الغاز ثابت .

الحل

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{59.8}{P_2} = \frac{273+26}{273+130} \Rightarrow P_2 = \frac{59.8\times 403}{299} = 80.6 cmHg$$

****

(٤) أسطوانة تحتوى على غاز ضغطه 4atm عند $0\ ^oC$ فإذا تم خفض درجة حرارة الغاز داخل الأسطوانة بمقدار $60\ ^oC$ ، احسب ضغط الغاز عند هذه الدرجة بفرض ثبوت حجم الغاز .

الحل

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{4}{273} = \frac{P_2}{213} \Rightarrow P_2 = \frac{213\times 4}{273} = 3.1 atm$$

****

(٥) وصل مانومتر بمستودع للغاز عند سفح جبل حيث درجة الحرارة 27°C والضغط 75cmHg فكان سطحا الزئبق في فرعي المانومتر في مستوى أفقي واحد وعندما صعد به شخص إلى قمة الجبل حيث درجة الحرارة (– 3°C) لم يحدث تغير لسطحي الزئبق في المانومتر احسب الارتفاع العمودى للجبل علما بأن كثافة الزئبق $13600 Kg/m^3$ ومتوسط كثافة الهواء $1.2 kg/m^3$

الحل

$$\therefore \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \therefore \frac{75}{P_2} = \frac{300}{270} \therefore P_2 = 67.5 cmHg$$

$\because \Delta P = P_1 - P_2$, $\therefore \Delta P = 75 - 67.5 = 7.5$ cmHg

$\because \rho_{1(زئبق)}\, g\, h_1 = \rho_{2(هواء)}\, g\, h_2$

$\therefore 13600 \times 7.5 \times 10^{-2} = 1.2 \times h_2$, $\therefore h_2 = \frac{136\times 7.5}{1.2} = 850 m$

****

(٦) غمر مستودع جهاز جولي في سائل عند صفر درجة سيلزيوس فكان سطح الزئبق في الفرع المتصل بالمستودع أعلى من الفرع الخالص بمقدار 10 cm ولما سخن السائل إلى درجة 63 درجة سيلزيوس صار الزئبق في الفرع الخالص أعلى منه في الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 5cm ولما وصل السائل إلى درجة الغليان زاد هذا الارتفاع إلى 13.8cm احسب درجة غليان هذا السائل علما بأن حجم الهواء ثابت في المستودع

الحل

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3}$$

$$\frac{Pa - 10}{273} = \frac{Pa + 5}{336} = \frac{Pa + 13.8}{T3}$$

36Pa – 3360 = 273Pa + 1365

Pa =75 cm

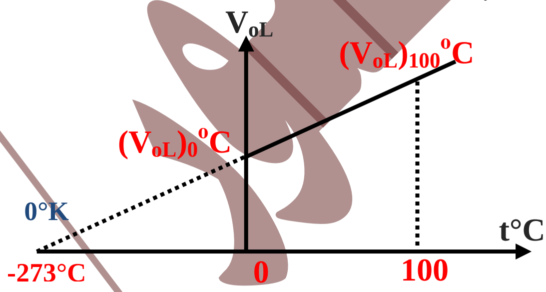
$80\ T_3 = 336 \times 88.8$, $T_3 = 372.96$ K , $t_3 = 99.96\ ^OC$

تعيين الصفر المطلق (صفر كلفن)

باستخدام جهاز شارل

(١) أرسم علاقة بيانية بين الحجم (V_{OL}) على المحور الرأسي ودرجة الحرارة (t^o C) على المحور الأفقي نحصل على خط مستقيم،

(٢) مد الخط المستقيم نجد أنه يقطع محور درجة الحرارة عند -273°C وهى تقابل **الصفر المطلق أو صفر كلفن** .



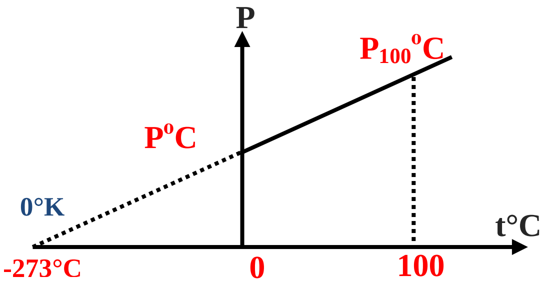
الصفر المطلق

" درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم الغاز نظريًا عند ثبوت الضغط "

باستخدام جهاز جولى

(١) أرسم علاقة بيانية بين الضغط (P) على المحور الرأسي ودرجة الحرارة (t^o C) على المحور الأفقي نحصل على خط مستقيم،

(٢) مد الخط المستقيم نجد أنه يقطع محور درجة الحرارة عند -273°C وهى تقابل **الصفر المطلق أو صفر كلفن** .



الصفر المطلق

" درجة الحرارة التى ينعدم عندها ضغط الغاز نظريًا عند ثبوت الحجم "

ماذا نعنى بقولنا أن : الصفر المطلق = -273^oC

معنى ذلك أن درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم الغاز نظريًا عند ثبوت الضغط = -273^oC

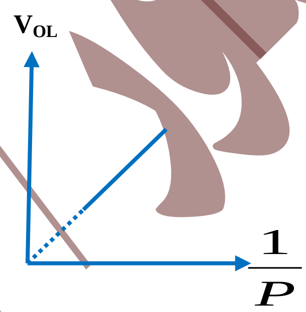
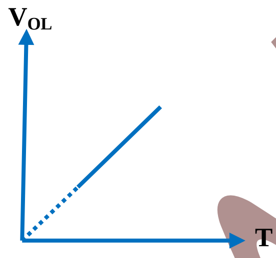
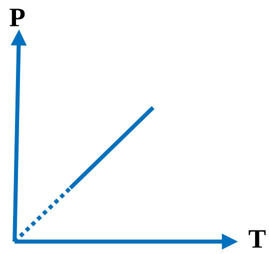
معنى ذلك أن درجة الحرارة التى ينعدم عندها ضغط الغاز نظريًا عند ثبوت الحجم = -273^oC

ملاحظات هامة

١- درجة الحرارة على مقياس كلفن تكون قيمتها موجبة دائما .
٢- درجة الحرارة على مقياس سيلزيوس تكون قيمتها إما موجبة أو سالبة .
٣- فرق درجات الحرارة على مقياس سيلزيوس = فرق درجات الحرارة على مقياس كلفن .

علل ◄ **ليس من الدقة اعتبار أن الصفر المطلق هو درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم الغاز أو ضغطه.**

جـ: لأنه من الناحية العملية فانه مع التبريد الشديد لا تظل المادة بحالتها الغازية بل تتحول الى سائل واحيانًا صلب قبل أن تصل درجة حرارته الى صفر كلفن (-273^oC) فيتبع الغاز فى هذه الحالة قوانين السوائل . ولا تخضع لقوانين الغازات .

	قانون بويل	قانون شارل	قانون الضغط
التعريف	عند ثبوت درجة الحرارة فإن حجم كمية معينة من غاز يتناسب عكسياً مع ضغط الغاز .	عند ثبوت الضغط فإن حجم كمية معينة من غاز يتناسب طرديًا مع درجة حرارته على تدريج كلفن .	عند ثبوت الحجم فإن ضغط كمية معينة من غاز يتناسب طرديًا مع درجة حرارته على تدريج كلفن .
ثوابت الغاز	- الكتلة (m) - درجة الحرارة (T)	- الكتلة (m) - الضغط (P)	- الكتلة (m) - الكثافة (ρ) - الحجم (V_{OL})
متغيرات الغاز	- الحجم (V_{OL}) - الضغط (P) - الكثافة (ρ)	- الحجم (V_{OL}) - درجة الحرارة (T) - الكثافة (ρ)	- الضغط (P) - درجة الحرارة (T)
الصيغة الرياضية	$\frac{P_1}{P_2} = \frac{(V_{OL})_2}{(V_{OL})_1}$	$\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{T_1}{T_2}$	$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$
العلاقة البيانية			

م	ما النتائج المترتبة على	الإجابة
١	عدم وضع سبع حجم انتفاخ جهاز جولي زئبق .	يتغير حجم الغاز أثناء إجراء التجربة فلا يمكن تعيين معامل زيادة الضغط لأن الحجم غير ثابت
٢	تضاعف درجة الحرارة لغاز على مقياس كلفن عند ثبوت الحجم .	يتضاعف ضغط الغاز .
٣	وجود قطرة ماء داخل انتفاخ جولي .	تتحول قطرة الماء الى حجم كبير من البخار والذى يكون له ضغط يختلف عن ضغط الهواء الجاف لاختلاف تمددها وبالتالى يكون معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم غير صحيح .
٤	وصول درجة حرارة الغاز الى الصفر المطلق نظرياً .	ينعدم حجم الغاز عند ثبوت ضغطه أو ينعدم ضغط الغاز عند ثبوت حجمه .
٥	وجود مسافات فاصلة كبيرة نسبياً بين جزئيات الغاز .	تجعل حركة جزئيات الغاز حركة عشوائية ويصبح قابل للانضغاط .
٦	تضاعف ضغط كمية من غاز عند ثبوت درجة الحرارة .	يقل حجم الغاز للنصف .
٧	تضاعف درجة حرارة الغاز الكلفينية عند ثبوت الضغط.	يتضاعف حجم الغاز .
٨	خلط مجموعة من غازات مختلفة لا تتفاعل مع بعضها فى إناء واحد من حيث الحجم والضغط الكلى .	يأخذ كل غاز حجم الإناء كله ، حيث تدخل جزئيات الغازات في المسافات البينية للغازات الأخرى ، أما ضغط الخليط فيساوى مجموع ضغوط الغازات .
٩	زيادة حجم غاز للضعف عند ثبوت درجة الحرارة .	يقل الضغط للنصف

رابعاً : القانون العام للغازات

◈ يدرس القانون العام للغازات سلوك غاز عند تغير حجمه وضغطه ودرجة حرارته ويوضح العلاقة بين هذه المتغيرات الثلاثة .

استنتاج القانون العام للغازات

❶ من قانون بويل $V_{ol}\ \alpha\ \frac{1}{P}$ و ❷ من قانون شارل $(V_{ol})\ \alpha\ T$

$\therefore (V_{ol})\alpha \frac{T}{P}$ $\therefore (V_{ol}) = \text{const}\ \frac{T}{P}$ $\frac{P(V_{ol})}{T} = const$

$$\therefore \frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2}$$

القانون العام للغازات

" حاصل ضرب حجم مقدار معين من غاز فى ضغطه مقسومًا على درجة حرارته على تدريج كلفن يساوى مقدار ثابت ".

ملاحظات هامة لحل المسائل على القانون العام للغازات

ملحوظة (١) : عندما يكون الغاز فى معدل الضغط ودرجة الحرارة (STP) فإن :

$P = 1.013\times10^5\ N/m^2$
$T = 273\ K$

ملحوظة (٢) : عند تغير كثافة الغاز مع ثبوت الكتلة نستخدم العلاقة : $\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$

ملحوظة (٣) : عند تغير كتلة الغاز (تسرب جزء من الغاز) مع ثبوت الحجم نستخدم العلاقة : $\frac{P_1}{m_1 T_1} = \frac{P_2}{m_2 T_2}$

ملحوظة (٤) : عند خلط غازين فإن : $\frac{P_1(V_{OL})_1}{T_1} + \frac{P_2(V_{OL})_2}{T_2} = \frac{PV_{OL}}{T}$ للخليط

****

أمثلة محلولة

(١) غاز حجمه في معدل الضغط ودرجة الحرارة (S.T.P) يساوي $150cm^3$ كم يصبح حجمه عند 77°C وتحت ضغط ضعف الضغط الجوي المعتاد

الحل

$P_1 = Pa$, $(V_{ol})_1 = 150cm^3$, $T_1 = 273°K$
$P_2 = 2Pa$, $(V_{ol})_2 = ?$, $T_2 = 273 + 77 = 350°K$

$$\because \frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2} \Rightarrow \therefore \frac{Pa\times150}{273} = \frac{2Pa\times(V_{ol})_2}{350} \Rightarrow \therefore (V_{ol})_2 = 96.15cm^3$$

****

(٢) إذا كانت كثافة الهواء في 0°C وتحت ضغط 76cmHg هي $1.293kg/m^3$ فأوجد كثافته في 30°C وتحت ضغط 78cmHg

الحل

$$\therefore \frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} \Rightarrow \therefore \frac{76}{1.293 \times 273} = \frac{78}{\rho_2 \times 303} \Rightarrow \therefore \rho_2 = 1.196 kg/m^3$$

****

(٣) إناء معدني يحتوى على 10 gm من غاز فى درجة 7^0 C وضغط 2 Pa رفعت درجة حرارته الى 27^0 C وفتح الصنبور فتسرب منه غاز حتى أصبح الضغط 1.5 Pa احسب نسبة كتلة ما تسرب من الغاز الى ما كان فيه .

الحل

$$\frac{P_1 (V_{OL})_1}{T_1 m_1} = \frac{P_2 (V_{OL})_2}{T_2 m_2} \Rightarrow \frac{2}{10 \times 280} = \frac{1.5}{300 \times m_2} \Rightarrow m_2 = 7 gm$$

نسبة كتلة ما تسرب من الغاز = $\frac{\text{فرق الكتل}}{\text{الكتلة الاصلية}} \times 100 = \frac{10 - 7}{10} \times 100 = 30\%$

****

(٤) فقاعة من الهواء حجمها $28\ cm^3$ على عمق 10.13 m تحت سطح ماء عذب ، احسب حجمها قبل أن تصل الى سطح الماء مباشرة بفرض أن درجة حرارة الماء عند العمق المشار اليه 70 c ودرجة الحرارة عند السطح 27^0 c (علمًا بأن كثافة الماء $1000 kg/m^3$ ، عجلة الجاذبية $10\ m/s^2$ ، الضغط الجوى 1.013×10^5 Pa)

الحل

$$\because \frac{P_1 (V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\therefore \frac{(1.013 \times 10^5 + 1.013 \times 1000 \times 10)}{273 + 7} = \frac{1.013 \times 10^5 \times (V_{ol})_2}{273 + 27}$$

$$\therefore (V_{ol})_2 = 60 cm^3$$

****

(٥) انتفاخان زجاجيان أ،ب حجمهما $600cm^3$ ، $300cm^3$ على الترتيب ويتصلان بأنبوبة شعرية قصيرة ، أحكم الاتصال باحتواء هواء جاف تحت ضغط 76cmHg عند 27°C احسب ضغط الهواء المحبوس عندما تزداد درجة حرارة الانتفاخ الكبير بمقدار 100°C بينما تظل درجة حرارة الانتفاخ الأصغر عند 27°C

الحل

$$\frac{PV_{OL}}{T}_{\text{للخليط}} = \frac{P_1 (V_{OL})_1}{T_1} + \frac{P_2 (V_{OL})_2}{T_2}$$

$$\frac{76 \times (600 + 300)}{300} = \frac{600 P_2}{400} + \frac{300 P_2}{300}$$

$$P_2 = 92.2 cmHg$$

****

(٦) احسب كتلة كمية من غاز الهيدروجين حجمها $82.6\ cm^3$ جمعت بطريقة كهربية تحت ضغط 640 mm Hg فى درجة حرارة 25^0 c إذا كانت كثافة غاز الهيدروجين فى STP هى $0.09\ kg/m^3$

الحل

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$$

$$\therefore \frac{640}{\rho_1 \times 298} = \frac{760}{0.09 \times 273}$$

$$\therefore \rho_1 = 69.4 \times 10^{-3} kg/m^3$$

$$m = \rho \times V_{OL} = 69.4 \times 10^{-3} \times 82.6 \times 10^{-6} = 5.7 \times 10^{-6} Kg$$

****

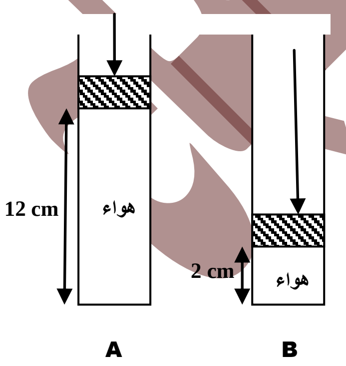
أسئلة وتدريبات على الفصل الخامس

س ١ : أكتب المصطلح العلمى الذى تدل عليه العبارات التالية

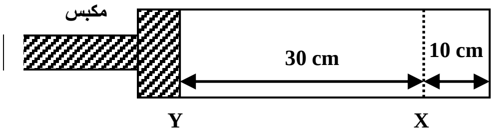
(١) مجموعة حركات عشوائية لجزئيات المائع فى جميع الاتجاهات لمسافات قصيرة .
(٢) جزئيات تتحرك حركة تذبذبية فقط .
(٣) جزئيات تتحرك حركة انتقالية وتذبذبية .
(٤) جزئيات تتحرك حركة انتقالية عشوائية .
(٥) عند ثبوت درجة الحرارة فإن حجم كمية معينة من غاز يتناسب عكسياً مع ضغطه.
* عند ثبوت درجة الحرارة يكون حاصل ضرب حجم كمية معينة من غاز وضغطه لكمية معينة يساوى مقدار ثابت .
(٦) مقدار الزيادة فى وحدة الحجوم من الغاز وهى فى درجة صفر سيلزيوس إذا ارتفع درجة حرارتها درجة واحدة سيلزيوس مع بقاء ضغطها ثابتاً .
(٧) عند ثبوت الضغط يزداد حجم كمية من غاز بمقدار (1/273) من حجمها الأصلى عند صفر سيلزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة بمقدار واحد درجة ولا تختلف هذه القيمة من غاز لآخر .
* عند ثبوت الضغط فإن حجم كمية معينة من غاز يناسبا طردياً مع درجة حرارته على تدريج كلفن .
(٨) درجة الحرارة التى ينعدم حجم الغاز نظرياً عند ثبوت ضغطه .
* درجة الحرارة التى ينعدم عندها ضغط الغاز نظرياً عند ثبوت حجمه .
(٩) ✍ مقدار الزيادة فى وحدة الضغوط من الغاز وهى فى درجة صفر سيلزيوس إذا رفعت درجة حرارتها درجة واحدة سيلزيوس عند ثبوت الحجم .
(١٠) عند ثبوت الحجم يتناسب ضغط كمية معينة من غاز تناسباً طردياً مع درجة حرارته على تدريج كلفن .
* عند ثبوت الحجم يزداد ضغط كمية من غاز بمقدار (1/273) من ضغطها الأصلى عند صفر سيلزيوس لكل أرتفاع فى درجة الحرارة بمقدار واحد درجة .
(١١) حاصل ضرب حجم مقدار معين من غاز فى ضغطه مقسومًا على درجة حرارته على تدريج كلفن يساوى مقدار ثابت .

س ٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

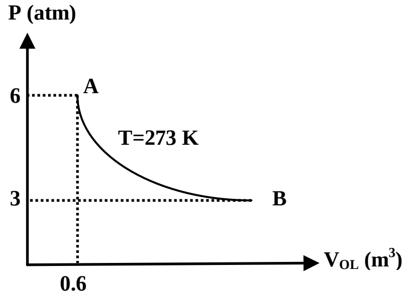
(١) تتحرك جزئيات الغاز حركة .... (انتقالية عشوائية – انتقالية اهتزازية – اهتزازية فقط)
(٢) العلاقة التى تربط بين حجم الغاز وضغطه عند ثبوت درجة الحرارة تمثل (قانون شارل – قانون بويل – قانون الضغوط)
(٣) كمية من غاز ضغطها (P) وحجمها (V) فإذا أصبح حجمها (2V) عند ثبوت درجة الحرارة فإن ضغطها يصبح ....
(P - 2 P - $\frac{2\,P}{3}$ - $\frac{P}{2}$)
(٤) إذا كان حجم غاز ما 2 litre عند ضغط 2 atm يصبح حجم الغاز ...... عندما يكون ضغطه 1 atm بفرض ثبوت درجة الحرارة (1 litre – 2 litre – 4 litre – 1.5 litre)



(٥) فى الشكل المقابل : إذا كان ضغط الهواء داخل المكبس فى الحالة (A) يساوى 1 ضغط جوى وطول عمود الهواء المحبوس 12 cm ، ثم ضُغط الهواء ببطء حتى أصبح طول عمود الهواء 2 cm (دون تغير فى درجة الحرارة) فإن مقدار الزيادة فى الضغط فى الحالة (B) يساوى .... ضغط جوى (3 – 4 – 5 – 6)
(٦) ✍ إذا تضاعف ضغط كمية معينة من غاز عندما تكون درجة الحرارة ثابتة فإن الحجم ..... (يتضاعف – يقل للنصف – يظل ثابت – يزداد بمقدار ثابت)
(٧) ✍ معامل زيادة ضغط أى غاز عند ثبوت حجمه = ... كلفن $^{-1}$. (- 273 – 1/273 – 273)
(٨) درجة حرارة جسم الإنسان على مقياس كلفن لدرجات الحرارة تساوى تقريبًا .... (310 K – 373 K – 37 K – 0 K)
(٩) يتناسب حجم كمية محدودة من غاز ما ....
- عكسياً مع درجة حرارته عند ثبوت ضغطه .
– عكسياً مع ضغطه عند ثبوت درجة حرارته .
- طردياً مع درجة حرارته عند تغير الضغط .
– طردياً مع ضغطه عند ثبوت درجة حرارته .
- عكسياً مع ضغطه عند تغير درجة حرارته .



(١٠) **فى الشكل المقابل**
كمية من الهواء محبوسة داخل أسطوانة لها مكبس ، عند سحب المكبس من الموضع (X) الى الموضع (Y) مع ثبوت درجة الحرارة فإن ضغط الهواء داخل الاسطوانة ....
(يقل للربع – يقل للثلث – يزداد أربعة أضعاف – يزداد ثلاثة أضعاف)



(١١) **من الشكل المقابل**
عند ثبوت درجة الحرارة فإن حجم الغاز عند النقطة (B) يساوى .....m^3
(1.2 – 1 – 4 – 1.5)

(١٢) ضغط الغاز عند $10\,^oC$ يتضاعف إذا تم تسخين الغاز تحت حجم ثابت الى .... ($293\,^oC$ – $160\,^oC$ – $80\,^oC$ – $20\,^oC$)

(١٣) إذا انضغط غاز ببطء الى نصف حجمه الأصلى فإن ....
- درجة حرارة الغاز تتضاعف .
– درجة حرارة الغاز ستنقص الى نصف قيمتها .
- ضغط الغاز سيقل الى النصف .
– ضغط الغاز يزداد الى الضعف .

(١٤) طبقًا لقانون شارل ، عندما تتناقص درجة حرارة غاز ما عند ثبوت الضغط فإن حجم الغاز ....
(يزداد – يقل – يظل ثابتًا – ينعدم)

(١٥) إذا ضغطت كمية من غاز مثالى الى نصف حجمها الأصلى ورفعت درجة حرارتها المطلقة الى ثلاثة أمثالها فإن ضغطها يصبح .... الضغط الأصلى . (ثلاثة أمثال – أربعة أمثال – خمسة أمثال – ستة أمثال)

(١٦) إذا زادت درجة حرارة الغاز الى الضعف وزاد الحجم الى الضعف فإن الضغط ......
(يقل الى النصف – يزداد للضعف – يظل ثابتاً)

(١٧) عند ثبوت درجة الحرارة إذا زاد الضغط الواقع على الغاز الى ثلاثة أمثال قيمته قل حجمه الى .....
(النصف – الثلث – السدس – التسع)

(١٨) اذا تحركت فقاعه من قاع بحيرة الى سطح الماء وزاد نصف قطرها الى الضعف فان حجمها ....
(يزداد للضعف – يقل للنصف – يزداد أربعة أمثال – يقل أربعة أمثال)

(١٩) $250\ cm^3$ من غاز ما عند 44^oC فإذا أصبحت درجة حرارة الغاز صفر سيلزيوس يصبح حجم الغاز .... بفرض ثبوت ضغطه . ($200\ cm^3$ – $215\ cm^3$ – $300\ cm^3$ – $320\ cm^3$)

(٢٠) كمية من غاز درجة حرارتها $27\,^oC$ إذا تضاعف حجمها عند ثبوت الضغط تصبح درجة حرارتها ....
($373\,^oC$ – $600\ K$ – $150\,^oC$)

(٢١) إذا كان ضغط غاز = الضغط الجوى عند $0\,^oC$ فإن ضغط الغاز يتضاعف عند درجة حرارة .... عند ثبوت الحجم .
($273\ K$ – $273\,^oC$ – $373\ K$ – $373\,^oC$)

(٢٢) عند وضع زئبق فى مستودع جولى يعادل $\frac{1}{5}$ حجمه فإن حجم الهواء المحبوس .... (يقل – يزداد – يظل ثابتًا)

(٢٣) فقاعة من الهواء حجمها $7.7\ cm^3$ على عمق $15\ m$ من سطح ماء بحيرة مالحة كثافة مائها $1030\ kg/m^3$ ودرجة حرارته $4\,^oC$ وعندما تصل هذه الفقاعة الى سطح الماء حيث درجة الحرارة $32\,^oC$ والضغط الجوى $1.013\times10^5\ N/m^2$ وعجلة السقوط الحر $10\ m/s^2$ يصبح حجمها .... ($23\ cm^3$ – $21.4\ cm^3$ – $12.9\ cm^3$ – $2.5\ cm^3$)

(٢٤) أسطوانة بها صمام تحتوى على $3\ kg$ من غاز ضغطه $5\ atm$ ، فتح الصمام فتسرب الغاز خلاله ، عندما تتوقف عملية تسرب الغاز تصبح كتلة الغاز المتبقى فى الأسطوانة .... $(\frac{4}{5}kg - \frac{1}{3}kg - \frac{1}{5}kg - \frac{3}{5}kg)$

(٢٥) عينة من غاز داخل كرة مغلقة غير قابلة للتمدد أو الانكماش ، إذا انخفضت درجة حرارتها فإن ....
(تقل كثافة الغاز – ضغط الغاز داخل الكرة يقل – تزداد كتلة الغاز)

س ٣ : ماذا نعنى بقولنا أن :

(١) معامل التمدد الحجمى للغاز تحت ضغط ثابت $^1/_{273}\,k^{-1}$.

(٢) معامل زيادة الضغط للغاز تحت حجم ثابت $^1/_{273}\,k^{-1}$

(٣) الصفر المطلق = $-273\,^oC$.

س ٤ : علل لما يأتى :

(١) الغازات قابلة للانضغاط .
(٢) تجارب قياس التمدد الحرارى لغاز معقدة .
(٣) لا تظهر صعوبة فى تجارب قياس التمدد الحرارى فى حالة الجوامد والسوائل .
(٤) إذا انضغط غاز الى نصف حجمه الأصلى فإن ضغطه يزداد للضعف .
(٥) زيادة ضغط الهواء المحبوس فى إطار عجلة السيارة إذا تحركت .
(٦) حجم فقاعة الهواء بالقرب من سطح الماء اكبر من حجمها عند قاع الاناء .
(٧) زيادة حجم غاز يسبب نقصاً فى ضغطه بفرض ثبوت درجة الحرارة .
(٨) معامل التمدد الحجمى تحت ضغط ثابت له نفس القيمة لجميع الغازات .
(٩) الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها لنفس الدرجة عند ثبوت الضغط .
(١٠) الأنبوبة المستخدمة فى جهاز شارل منتظمة المقطع .
(١١) توضع قطرة صغيرة من حمض الكبريتيك المركز فى الأنبوبة الزجاجية لجهاز شارل .
(١٢) يراعى أن يكون الهواء فى جهاز شارل جافاً تماماً .
(١٣) معامل زيادة الضغط لجميع الغازات ثابت عند ثبوت الحجم .
(١٤) الضغوط المتساوية للغازات المختلفة تزداد بمقادير متساوية عند رفع درجة الحرارة لنفس الدرجة عند ثبوت الحجم .
(١٥) يوضع فى قارورة جولى سبع حجمها زئبق .
(١٦) يجب أن يكون انتفاخ جولى جافاً من الداخل .
(١٧) يلزم فى جهاز جولى خفض الأنبوبة القابلة للحركة الى أسفل قبل البدء فى تبريد الانتفاخ الزجاجى الى 0^0c .
(١٨) ليس من الدقة اعتبار أن الصفر المطلق هو درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم الغاز أو ضغطه .

****

س ٥ : ما النتائج المترتبة على :

(١) وجود مسافات فاصلة كبيرة نسبياً بين جزيئات الغاز .
(٢) عدم وضع سبع حجم انتفاخ جهاز جولى زئبق .
(٣) تضاعف ضغط كمية من غاز عند ثبوت درجة الحرارة .
(٤) تضاعف درجة حرارة الغاز الكلفينية عند ثبوت الضغط .
(٥) تضاعف درجة الحرارة لغاز على مقياس كلفن عند ثبوت الحجم .
(٦) خلط مجموعة من غازات مختلفة لا تتفاعل مع بعضها فى إناء واحد من حيث الحجم والضغط الكلى .
(٧) عدم وضع سبع حجم انتفاخ جهاز جولى زئبق .
(٨) وجود قطرة ماء داخل انتفاخ جولى .
(٩) وصول درجة حرارة الغاز الى الصفر المطلق نظرياً .
(١٠) زيادة حجم غاز للضعف عند ثبوت درجة الحرارة .

****

س ٦ : ما المقصود بكلاً من :

١- معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت .
٢- الصفر المطلق .
٣- درجة الحرارة على تدريج كلفن .
٤- معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم .
٥- الصفر كلفن .
٦- قانون بويل .
٧- قانون شارل .
٨- القانون العام للغازات .
٩- الحركة البروانية
١٠- قانون الضغط

س ٧ : قارن بين كل من :

(١) معامل التمدد الحجمى لغاز ومعامل الزيادة فى ضغطه .
من حيث(رسم الجهاز المستخدم لتعيين كل منهما – العلاقة الرياضية – العلاقة البيانية)
(٢) قانون بويل وقانون شارل وقانون الضغط .
من حيث (التعريف – نص القانون – الصيغة الرياضية – العلاقة البيانية)

س ٨ : أكر استخداماً واحداً لكل مما يأتى :

(١) جهاز بويل . (٢) ✍ جهاز شارل . (٣) ✍ جهاز جولى .
(٤) ✍ كمية الزئبق الموجودة فى مستوى جهاز جولى .

****

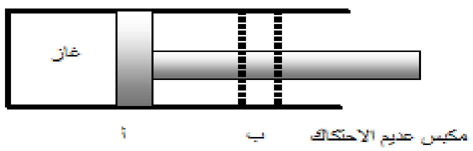
س ٩ : اشرح مع الرسم (كامل البيانات) تجربة توضح بها كل مما يأتى :

(١) 📖 ✍ كيفية تحقيق قانون بويل .
(٢) 🗐 ✍ الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية إذا رفعت درجة حرارتها نفس العدد من درجات الحرارة مع ثبوت الضغط .
(٣) 📖 ✍ كيفية تعيين معامل التمدد الحجمى لغاز مع ثبوت الضغط .
(٤) 📖 🗐 ✍ الضغوط المتساوية للغازات المختلفة تزداد بنفس المقدار إذا ارتفعت درجة حرارتها بمقادير متساوية عند ثبوت الحجم .
(٥) ✍ كيفية تعيين معامل الزيادة فى الضغط للغاز عند حجم ثابت .

****

س ١٠ : أسئلة متنوعة :

(١) ✍ **في الشكل المقابل :**
ينقص ضغط الغاز المحبوس إذا تحرك المكبس من أ الى ب عند ثبوت درجة الحرارة . (علل) ؟



****

(٢) **أكتب العلاقة الرياضية المستخدمة فى إيجاد كل مما يأتى ، ووحدة القياس :**
(أ) معامل ازدياد حجم غاز عند ثبوت الضغط .
(ب) ✍ معامل ازدياد ضغط غاز عند ثبوت الحجم .

****

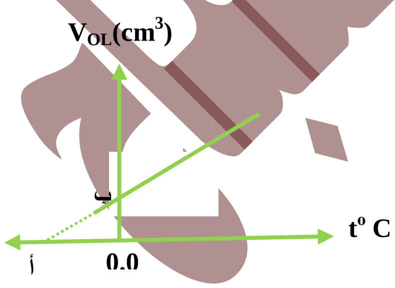
(٣) **أثبت أن :** $\beta_P = \dfrac{\Delta P}{P_0 \Delta t}$

****

(٤) 📖 🗐 استنبط القانون العام للغازات رياضياً

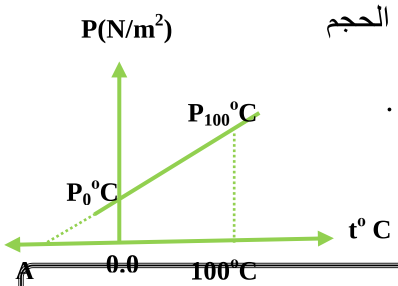
****

(٥) ✍ من خلال تجربة عملية لدراسة تغير حجم كمية محبوسة من غاز بتغير درجة حرارته عند ثبوت الضغط باستخدام جهاز شارل أمكن الوصول الى **العلاقة البيانية الموضحة بالرسم :**
ما الذى تدل عليه النقطة أ ؟ وما قيمتها ؟
ما الذى تدل عليه النقطة ب ؟
أذكر نص قانون شارل .

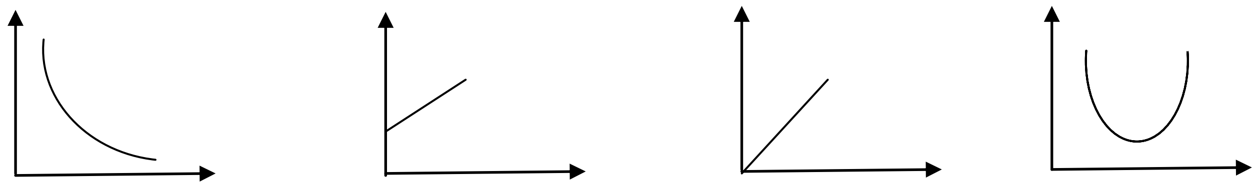


****

(٦) ✍ باستخدام جهاز جولى أمكننا إجراء تجربة توضح العلاقة بين ضغط الغاز عند ثبوت الحجم **كما بالرسم البيانى الموضح :**
(أ) أكتب الصيغة الفيزيائية لمعامل الزيادة فى ضغط الغاز عند ثبوت حجمه .
(ب) ما الذى تدل عليه النقطة (A) ؟ وما قيمتها ؟



(٧) أى من الأشكال البيانية التالية يوضح العلاقة بين كل مما يأتى :



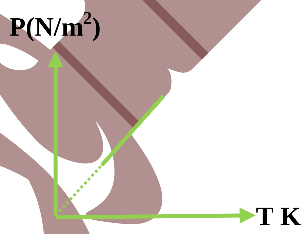
(1) (2) (3) (4)

(أ) العلاقة بين ضغط كمية معينة من غاز وحجمه عند ثبوت درجة الحرارة .
(ب)العلاقة بين ضغط كمية معينة من غاز ودرجة حرارتها على تدريج كلفن عند ثبوت الحجم .
(ت) العلاقة بين حجم كمية معينة من غاز ودرجة حرارتها على تدريج سيلزيوس عند ثبوت الضغط .

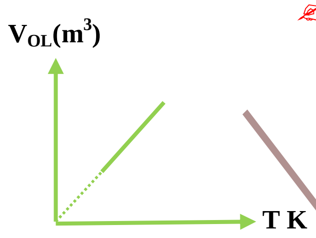
****

(٨) أكتب العلاقة الرياضية لكل مما يأتى :

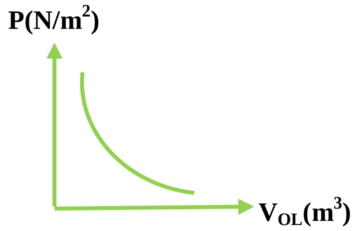
(أ)



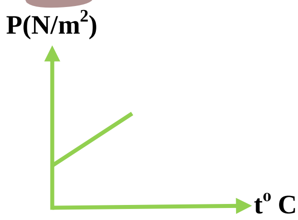
(ب)



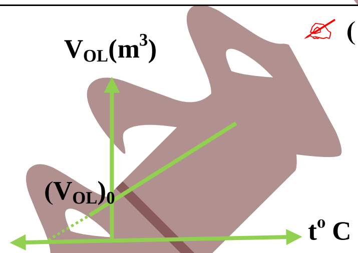
(جـ)



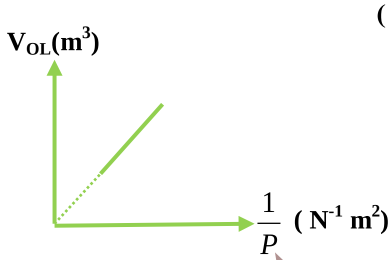
(د)



(هـ)



(و)



" حيث (P) ضغط الغاز ، (T K) درجة الحرارة على تدريج كلفن ، (V_{OL}) حجم الغاز ، (t° C) درجة الحرارة على تدريج سيلزيوس

****

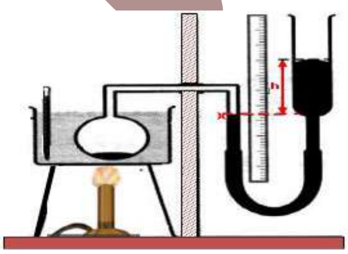
(٩) الجدول التالى يوضح كمية معينة من غاز ودرجة حرارته عند تسخينه من 0^0C الى 100^0C مع ثبوت الضغط :

$V_{OL}(cm^3)$	90	97	103	116	123
t^0 C	0	20	40	80	100
T K	…	….	…..	……	……
$T K/V_{OL}$	…	…..	…..	…..	……

أ- حول درجات الحرارة فى الجدول الى درجات كلفينية .
ب- أحسب النسبة بين درجة الحرارة الكلفينية وحجم الغاز لكل قراءة ؟
ت-أى من قوانين الغازات تحقق هذه التجربة ؟ ولماذا ؟
ث-أحسب معامل التمدد الحجمى (α_V) لهذا الغاز من الجدول السابق .

****

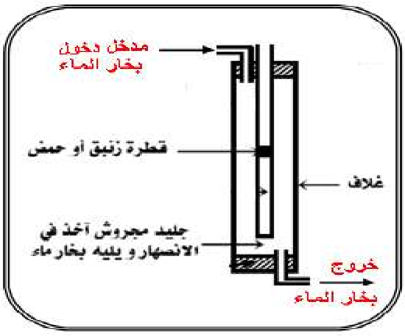
(١٠) من الشكل المقابل :



أ- ما أسم الجهاز ؟ وفيم يستخدم ؟
ب- ما نوع السائل الموجود داخل المستودع الكروى وما حجمه ؟
ت- ما الغرض من وضع هذا السائل ؟
ث- اوجد ضغط الهواء المحبوس فى المستودع .

****

(١١) من الشكل المقابل :



جهاز يستخدم لتعيين معامل التمدد الحجمى للهواء (α_V) عمليًا تحت ضغط ثابت

(أ) ما اسم هذا الجهاز ؟

(ب)كيف تحافظ على الهواء المحبوس جافًا أثناء التجربة ؟

(ت)ما علاقة حجم الهواء المحبوس بقراءة الترمومتر ؟

****

(١٢) 📖 ربط بالون مملوء بالهواء بقاع حوض من الزجاج ، ثم ملئ الحوض بالماء حتى غمر البالون بالكامل ، بفرض أن الحوض بمحتوياته انتقل من سطح الأرض الى سطح القمر ، ناقش مع التعليل هل يطرأ على البالون أى نوع من التغيير ؟

****

(١٣) كيف تستخدم جهاز جولى فى تعيين (درجة غليان سائل – درجة تجمد سائل)

****

(١٤) أذكر الاحتياطات الواجب توافرها فى كل مما يأتى :

(أ) تجربة بويل . (ب) تجربة شارل . (جـ) تجربة جولى .

****

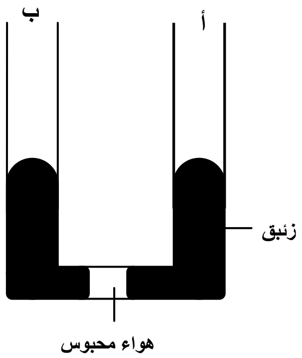
(١٥) متى يشذ الغاز عن قانون بويل ؟ وما مدى الضغط الذى يخضع فيه الغاز لقانون بويل ؟ وضح اجابتك بالرسم البيانى .

****

(١٦) أكمل الجدول التالى : بفرض ثبوت كتلة الغاز

P_1	$(V_{OL})_1$	t_1	P_2	$(V_{OL})_2$	t_2
80 cm Hg	5 liter	10^o C	76 cm Hg	....	0^o C
92 cm Hg	3335 cm^3	26^o C	....	425 cm^3	65^o C
104 cm Hg	400 cm^3	89^o C	78 cm Hg	200 cm^3	....

(١٧)



فى الشكل المقابل العلوى

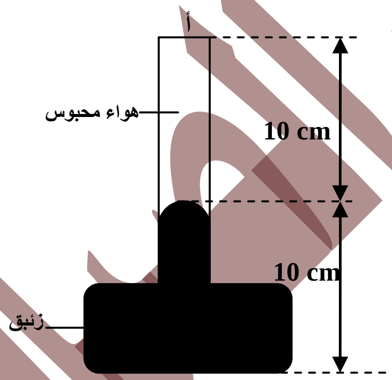
ماذا يحدث للهواء المحبوس فى الحالات الآتية :

(أ) إضافة 2 cm Hg فى الفرع أ .

(ب) إضافة 2 cm Hg فى كل من الفرعين أ، ب .

(ت) تسخين الهواء المحبوس .

(١٨)



فى الشكل العلوى

إذا كان ضغط الهواء المحبوس فى الأنبوبة 70 cmHg عند 0°C

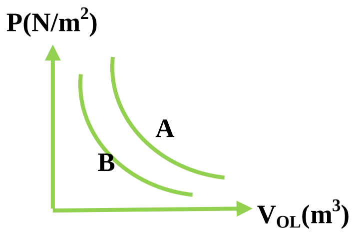
ماذا يحدث للهواء المحبوس فى الأنبوبة فى الحالات الآتية :

(أ) قلب الانبوبة على الطرف أ رأسيًا .

(ب) تسخين الهواء فى الأنبوبة بمقدار 20°K .

(ت) تبريد الهواء فى الانبوبة بمقدار 20°K

(١٩) الشكل البيانى المقابل



يوضح العلاقة بين الحجم و الضغط لغازين مختلفين (غاز مثالى) ، أى الغازين له درجة حرارة أكبر ؟ ولماذا ؟

س ١١-١ : مسائل على قانون بويل :

(١) كمية من غاز حجمها $350\ cm^3$ عند ضغط 2 atm ، احسب حجمها تحت الضغط الجوى عند نفس درجة الحرارة .
[$700 cm^3$]

****

(٢) إذا كان حجم فقاعة من الهواء $3\ cm^3$ عند قاع بحيرة عمقها 90 m ، كم يبلغ حجم هذه الفقاعة عند سطح البحيرة ؟ معتبراً أن الضغط الجوى يعادل ضغط عمود من ماء البحيرة طوله 10 m (علمًا بأن كثافة ماء البحيرة $1000 kg/ m^3$ ، عجلة الجاذبية $9.8\ m/s^2$ مع ثبوت درجة حرارة ماء البحيرة) .
[$30 cm^3$]

****

(٣) لتر من غاز النيتروجين أريد جعل حجمه ضعف حجمه الأول ما مقدار الضغط الجديد إذا كان الضغط الواقع عليه أولا هو الضغط الجوى .
[0.5 atm]

****

(٤) كتلة من غاز حجمها $600 cm^3$ أوجد حجمها إذا نقص ضغطها بمقدار الربع مع ثبوت درجة الحرارة . **[$800\ cm^3$]**

****

(٥) كمية من غاز تشغل حجماً مقداره $800 cm^3$ تحت ضغط 76 cmHg ، أحسب حجم هذه الكمية تحت درجة حرارة ثابتة وتحت ضغط $0.5\times10^5 N/m^2$ علماً بأن كثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$ وعجلة الجاذبية $9.8 m/s^2$.
[$1620.68\ cm^3$]

****

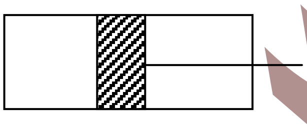
(٦) أنبوبة شعرية بها خيط من الزئبق طوله 1cm يحبس كمية من الهواء طولها 10 cm وذلك عندما كانت الأنبوبة رأسية وفوهتها الى أعلى ، أحسب طول عمود الهواء المحبوس بالأنبوبة عندما تنكس الأنبوبة رأسياً وفوهتها الى أسفل علماً بأن الضغط الجوى 75cmHg .
[10.27 cm]

****

(٧) أنبوبة شعرية منتظمة المقطع مغلقة من أحد طرفيها بها هواء جاف محبوس بعمود من الزئبق طوله 15cm فإذا كان طول عمود الهواء المحبوس 20cm عندما كانت الأنبوبة رأسية وفتحتها لأعلى وكان طوله 24cm عندما كانت أفقية فأحسب الضغط الجوى ثم أحسب طول عمود الهواء المحبوس عندما تكون رأسية وفتحتها لأسفل .
[75cm Hg , 30 cm]

****

(٨) **الشكل المقابل**



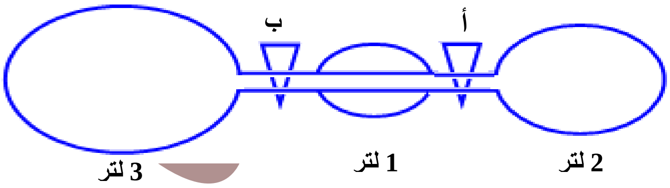
يمثل أسطوانة مغلقة الطرفين تحتوى على مكبس عديم الاحتكاك عند منتصفها وكان ضغط الغاز بداخلها على جانبى المكبس 75 cm Hg فإذا تحرك المكبس ببطء الى اليمين ليقل حجم الجزء الأيمن الى النصف ، أوجد الفرق فى الضغط على جانبى المكبس بفرض ثبوت درجة الحرارة .
[100 cm Hg]

****

(٩) كمية من غاز الهيدروجين حجمها 10 lit تحت ضغط 15 cm Hg عند درجة 25^0 C خلطت مع كمية من غاز الأكسجين عند نفس الدرجة وضغطها 50 cm Hg فى إناء مغلق سعته 5 lit فصار ضغط الخليط 120 cm.Hg اوجد حجم الأكسجين قبل الخلط بفرض أن درجة الحرارة ثابتة أثناء الخلط
[9 liter]

****

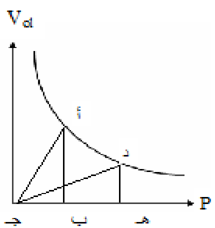
(١٠) يحتوي الانتفاخ الأوسط علي غاز مثالي ضغطه 2 atm بينما الانتفاخان الآخران مفرغان تمامًا ، بفرض ثبوت درجة الحرارة ، ماذا يحدث للضغط داخل الانتفاخ الأوسط عند
١- فتح الصمام (ا) فقط ٢- فتح الصمامين معا

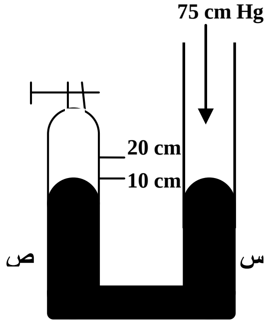


[$\frac{1}{3}$ atm , $\frac{2}{3}$ atm]

****

(١١) **فى الشكل المقابل**
علاقة بيانية بين حجم كمية معينة من الغاز وضغطها اثبت أن
مساحة المثلث (أ ب جـ) = مساحة المثلث(د هـ جـ)





(١٢) أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع كما بالرسم صب فيها زئبق حتى اتزن سطح الزئبق فى الفرعين عند س ، ص ، أغلق الطرف العلوى للفرع القصير بإحكام ليبقى ارتفاع الحيز فوق العلامة ص 20 cm فإذا كان الضغط الجوى يعادل 75 cm Hg (بفرض ثبوت درجة حرارة الهواء) ، احسب

a. ضغط الهواء المحبوس بالفرع المغلق .
b. ضغط الهواء المحبوس مقدراً بوحدة cm Hg عندما يصب الزئبق فى الفرع المفتوح فيرتفع سطح الزئبق فى الفرع المغلق للقراءة 10 cm .

[75 cm Hg , 150 cm Hg]

****

(١٣) أنبوبة بارومترية مساحة مقطعها $1cm^2$ وارتفاع الزئبق بها 76 cm فإذا كان طول الفراغ فوق الزئبق 5 cm ، أحسب حجم الهواء تحت الضغط الجوى اللازم إدخاله فوق الزئبق بحيث ينخفض مستوى الزئبق فى الأنبوبة 6 cm عند ثبوت درجة الحرارة . $[\ \frac{66}{76} cm^3\ ]$

****

س ١١-٢ : مسائل على قانون شارل :

(١٤) إذا كان حجم غاز فى درجة 20^0c هو $600\ cm^3$ ، فكم يصبح حجمه عند 60^0c بفرض ثبوت الضغط ؟ **[$681.9\ cm^3$]**

****

(١٥) دورق مفتوح سخن من 27°C إلى 57°C احسب النسبة المئوية لحجم الهواء الذي يخرج من الدورق إلى حجم الدورق . **[10%]**

****

(١٦) احسب الانخفاض فى درجة الحرارة إذا تغير حجم غاز فى درجة 20^0c من 2 litre الى 1 litre . **[146.5 K]**

****

(١٧) أنبوبة شعرية طولها 25 cm بها كمية من الهواء محبوسة بخيط زئبق طوله 2 cm بحيث كان طول عمود الهواء المحبوس 10 cm عند درجة 27^0 c ، احسب أقصى درجة حرارة يمكن تعيينها عند استخدام الأنبوبة كترمومتر . **[417^0c]**

****

(١٨) إذا كان طول عمود هواء محبوس فى أنبوبة شعرية منتظمة المقطع 50 cm عند درجة 27^0 c وعند رفع درجة الحرارة الى 99^0 c أصبح طوله 62 cm ، احسب معامل التمدد الحجمى للهواء عند ثبوت الضغط . **[$0.0035\ k^{-1}$]**

****

(١٩) كمية معينة من غاز الأكسجين إذا سخنت إلى درجة 77°C مع المحافظة على ضغطها عند 84cmHg فإنها تشغل حجما قدره 5Litres أما إذا سخنت إلى 127°C وخفض الضغط إلى 72cmHg فإنها تشغل حجما قدره (20/3) liter احسب من ذلك معامل التمدد الحجمي للغاز تحت ضغط ثابت **[$0.0035\ k^{-1}$]**

****

س ١١-٣ : مسائل على قانون جولى :

(٢٠) 📖 إناء مقفل به هواء فى درجة 0 °C تم تبريده الى 91 °C – فصار الضغط به 40 cm Hg ، فكم كان ضغط الهواء عند 0 °C ؟ **[60 cm Hg]**

****

(٢١) كمية من غاز في معدل الضغط ودرجة الحرارة ، رفعت درجة حرارتها 273°C احسب ضغطها الجديد عند ثبوت الحجم ثم أوجد معامل زيادة الضغط مع ثبوت الحجم **[152cmHg, $1/273K^{-1}$]**

****

(٢٢) إطار سيارة به هواء ضغطه 3 atm عند درجة حرارة (10^o C)أحسب ضغط الهواء فى الإطار عندما ترتفع درجة الحرارة الى (50^o C) بفرض ثبوت حجم الإطار . **[3.424 atm]**

****

(٢٣) 📄 أنبوبة اختبار تم إغلاقها فى STP فإذا رفعت درجة حرارتها الى 300^0 c احسب ضغط الغاز بوحدات (cm Hg , N/m^2 , atm) بفرض ثبوت الحجم **[159.5 cm Hg , $2.126\times10^5\ N/m^2$, 2.0989 atm]**

****

(٢٤) فى تجربة جولى عند وضع المستودع فى جليد مجروش كان سطح الزئبق فى الفرع الخالص أدنى منه فى الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 44 mm وعند رفع درجة الحرارة الى $39\ ^oC$ أصبح سطح الزئبق فى الفرع الخالص أعلى منه فى الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 56 mm ، احسب معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت الحجم
(علمًا بأن الضغط الجوى وقت إجراء التجربة 74.4 cm Hg) **[$0.0035 k^{-1}$]**

****

س ١١-٤ : مسائل على القانون العام للغازات :

(٢٥) غاز حجمه $800\ cm^3$ عند درجة حرارة $-23\ ^oC$ وضغط 300 torr ، احسب حجم الغاز عند $227\ ^oC$ وضغط 600 torr . **[$800\ cm^3$]**

****

(٢٦) إذا كان ضغط غاز 60 cm Hg عند درجة حرارة $27\ ^oC$ وحجمه $380\ m^3$ ، احسب حجم الغاز عند معدل الضغط ودرجة الحرارة (STP) **[$273\ m^3$]**

****

(٢٧) ✍ بالون مملوء بـ $2\times10^2\ m^3$ من الهيليوم وكان الضغط الجوى على سطح الأرض مساويًا 1 ضغط جوى ودرجة الحرارة $20\ ^oC$ فتمدد البالون وارتفع فكان الضغط عند هذا الارتفاع 0.8 ضغط جوى ودرجة الحرارة $-50\ ^oC$ ، احسب حجم البالون عند هذا الارتفاع . **[$190.27\ m^3$]**

****

(٢٨) إذا كانت كثافة غاز النيتروجين عند STP هى $1.25\ kg/m^3$ ، احسب كثافة النيتروجين عند درجة حرارة $24\ ^oC$ وضغط $0.97\times10^5\ N/m^2$ **[$1.1\ kg/m^3$]**

****

(٢٩) فقاعة هوائية ارتفعت من قاع بحيرة حيث كانت درجة الحرارة $4\ ^oC$ الى الجو (الى سطح ماء البحيرة) حيث كانت درجة الحرارة $31.7\ ^oC$ فأصبح حجمها $7.7\ cm^3$ فكم كان حجمها فى قاع البحيرة إذا عُلم أن عمق البحيرة = 13.6 m وأن كثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$ والضغط الجوى 75 cm Hg وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$. **[$3\ cm^3$]**

****

(٣٠) إذا كان حجم مقدار من الهواء فى 7^oC وتحت ضغط 77 cm Hg هو $1001\ cm^3$ ، فاحسب :
أ- الزيادة فى حجم هذا المقدار إذا سُخن الى 47^oC وظل ضغطه ثابتًا .
ب- الزيادة فى ضغط هذا المقدار إذا سُخن الى 47^oC وظل حجمه ثابتًا .
ت- الزيادة فى حجم هذا المقدار إذا سُخن الى 47^oC وأصبح ضغطه 50 cm Hg .
[$143\ cm^3$, 11 cm Hg , $100.1\ cm^3$]

****

(٣١) بالون من المطاط به هواء حجمه $800\ cm^3$ عند 27^oC وضغط 75 cm Hg وأقصى سعة $1000\ cm^3$ فإذا تغيرت ظروف الهواء ليصبح 65 cm Hg ودرجة الحرارة 57^oC ، هل ينفجر البالون ؟ مع التعليل .
[$1015.4\ cm^3$ ، ينفجر البالون]

****

(٣٢) انتفاخ به صنبور يحتوى على 50 g من غاز عند ضغط 100 cm Hg ودرجة حرارة $30\ ^oC$ ، فإذا بُرد الغاز لتصبح درجة حرارته $15\ ^oC$ وفتح الصنبور فتسرب منه غاز حتى أصبح الضغط فيه 85 cm Hg ، احسب كتلة الغاز المتسرب .
[5.3 g]

****

(٣٣) إذا كانت درجة الحرارة عند قمة جبل $20\ ^oC$ والضغط 74 cm Hg ودرجة الحرارة على سطح الأرض $27\ ^oC$ والضغط 76 cm Hg ، أحسب النسبة بين كثافة الهواء عند قمة الجبل الى كثافته أسفل الجبل . **[0.997]**

****

س ١١-٥ : العلاقات البيانية :

(٣٤) **الجدول التالى يوضح نتائج تجربة لتحقيق قانون بويل :**

$P \times 10^3$ (N/m^2)	80	160	320	400
$V_{OL}(m^3)$	10	5	2.5	2

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين (P) على المحور الرأسى ، (V_{OL}) على المحور الأفقى .
(ب) اذكر العلاقة التى تستنبطها من الرسم البيانى للضغط والحجم
(جـ) من الرسم البيانى أوجد حجم الغاز عندما يكون الضغط 240 كيلو باسكال . **[3.33 m^3]**

****

(٣٥) في تجربة لتحقيق قانون بويل حصلنا على النتائج التالية :

$P\times10^3$ K Pascal	a	400	320	160	80
V_{ol} m^3	1	2	2.5	5	10

ارسم بيانيا العلاقة بين مقلوب الحجم على المحور الأفقي والضغط على المحور الرأسي
من الرسم أوجد: أ) قيمة الضغط a بالكيلو باسكال **[800K pascal]**
ب) العلاقة بين الضغط والحجم

****

(٣٦) ✍ فى تجربة لدراسة أثر الحرارة على حجم الغاز عند ثبوت ضغطه حصلنا على النتائج التالية

$V_{OL}(cm^3)$	10.7	11.1	11.8	12.9	13.3
t° C	20	30	50	80	90

a. ارسم العلاقة البيانية بين (V_{OL}) على المحور الرأسى ، (t) على المحور الأفقى .
b. من الرسم أوجد :
- حجم الغاز عند صفر سيلزيوس
- درجة الحرارة التى يصبح عندها حجم الغاز 13 cm^3
- معامل التمدد الحجمى للغاز تحت ضغط ثابت .
- درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم الغاز نظرياً عند ثبوت الضغط .

[10 cm^3 , 81^0c , 3.7×10^{-3} k^{-1} , -273^0c]

****

(٣٧) ✍ فى تجربة لدراسة تغير حجم كمية محبوسة من غاز (V_{OL})ودرجة حرارتها (t) عند ثبوت الضغط حصلنا على النتائج المبينة بالجدول التالى :

$V_{OL}(cm^3)$	107	114	121	128	142
t° C	20	40	60	80	120

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين (V_{OL})على المحور الرأسى ، (t) على المحور الأفقى .
(ب)من الرسم أوجد :
- حجم الغاز المحبوس عند 0^0 c , 100^0 c
- معامل التمدد الحجمى للغاز. .

[135 cm^3 , 100 cm^3 , 0.0035 k^{-1}]

****

(٣٨) ✍ أجريت تجربة عملية باستخدام جهاز جولى لدراسة تغير ضغط كتلة معينة من غاز جاف مع درجة حرارته على تدريج سيلزيوس عند ثبوت الحجم فكانت النتائج كالآتى :

P (cm Hg)	b	71	76	78.5	86	88.5	93.5
t° C	0	10	30	a	70	80	100

(أ) ارسم العلاقة البيانية بين الضغط (P) على المحور الرأسى ، درجة الحرارة (t) على المحور الأفقى .
(ب)من الرسم أوجد :
- قيمة كل من (a) ، (b)
- معامل التمدد الحجمى للغاز. .

[40^0c , 68.5 cm Hg , 0.00365 K^{-1}]

****

تم بحمد الله